<366083095000019

<366083095000019

Bayer. Staatsbibliothek

Phys. g. 192-2

Bibl. Lipsp:
Nro B107.

8 Phys. g. 192 (2

Phys. g. 192

Grundriß

der

öffentlichen Vorlesungen

über die

Experimental-Naturlehre,

welche

auf Veranstalten der Churfürstlichen Akademie

der Wissenschaften in München

vom

P. Maximus Imhof,

Ordens des heil. Augustins, öffentlichen Lehrer der Physik, und höhern Mathematik ꝛc. am Churfürstl. Schulhause, und der Akademie wirklichen Mitgliede

auf dem akademischen Hörsaale vorgetragen,

und

zum Gebrauche seiner Zuhörer,

und junger Naturfreunde in den Druck gegeben wurden.

II. Theil

mit neun Kupfertafeln.

München, 1795.

im Verlage bey Joseph Lentner, Buchhändler.

[redacted]

Grundriß der öffentlichen Vorlesungen über die Experimental-Naturlehre. ꝛc.

Imprimatur.

Reichsfreyh. v. Schneider
auf Regelsfürst, Director.

Franz Xav. Graff,
wirkl. Rath und Secretär.

Bayerische Staatsbibliothek München

Inhalt.

Blatt.

Sonderheitliche Experimental-Naturlehre von den einfachern Bestandtheilen der Körper. — Einleitung. 1

Die sonderheitliche Lehre.

I. Luft. 3

Ihre besondern Eigenschaften. 4

Ihre allgemeinen Eigenschaften. 7

Luftpumpe. 7

Druck der Luft nach hydrostatischen Gesetzen. . 19

Anwendung dieser Gesetze auf verschiedene physikalische Geräthschaften als Heber, Saug- und Druckwerke, Springbrünne, Ventilatoren, Aerostaten, Barometer. u. dgl. . 27 u w.

Einfluß des verschiedenen atmosphärischen Druckes auf den thierischen Körper. 65

Luftförmige Stoffe, Gasarten. 66

Mephitische Gasarten. . . . . 69 u. w.

Respirable Gasarten. . . . . 117 u. w.

Mittel die Güte der atmosphärischen Luft zu prüfen. 128

Mittel die atmosphärische Luft zu reinigen. 131 u. w.

Schießpulver. 134

Schall. 139

II. Wärmestoff. Entstehung der Wärme, ihre Grundursache. . . . . 158 u. w.

Ihre Wirkungen. 160

Inhalt.

Blatt.

Thermometer. 176

Freyer Wärmestoff, Wärmeleiter. . . . 191 u. w.

Unmerkbarer Wärmestoff. 202

Gesetze, nach welchen der Wärmestoff bald frey, bald wieder unmerkbar wird. 203

Thierische Wärme. 218

III. Wasser. In Eisgestalt, Dampfgestalt, und in Luftgestalt. . . . . 222 u. w.

Ob Wasser ein einfaches Wesen. 227

IV. Lichtmaterie. Ihre Fortpflanzung. . 333 u. w.

Zurückstralendes Licht — von verschiedenen Flächen. . . . . 243 u. w.

Spiegelflächen. 251

Bild des Objects in den Spiegelflächen. . 253 u. w.

Gebrochenes Lichte mit den Brechungsgesetzen 271 u. w.

Bild des Objects durch Brechungsflächen. 280 u. w.

Brechung des Lichtes durch prismatische Flächen. 295

Verschiedenheit der Farben an den Körpern. . 303

Beugung des Lichtes. 307

Durchsichtigkeit. 308

Unser Sehen mittelst des freyen Auges. . . 310

Unser Urtheil darüber. . . . . 313 u. w.

Das Sehen durch verschiedene Fernröhre. 325 u. w.

Einfluß des Lichtstoffes auf Gewächse, thierische Körper, Mineralien, und Wärmestoff. 334 u. w.

Etwas

Inhalt.

Blatt.

Etwas von der Natur des Lichtes und von den verschiedenen Hypothesen. . . . . 339 u. w.

V. Feuer. Entstehung; Phlogiston; verschiedene Meynungen darüber. . . . . 345 u. w.

Flamme mit ihren verschiedenen Farben. . 352 u. w.

VI. Elektrische Materie. Vorbegriffe. . . . 354

Nichtleiter, Leiter, das Elektrisiren derselben. 356 u. w.

Elektrisirmaschine. 361

Elektrisirter Conduktor und Reibzeug. . 363 u. w.

Entgegengesetzte Elektricität. 366

Ihre Gesetze. . . . . 369 u. w.

Leidnerflasche, Ladung und Entladung derselben . . . . . 376 u. w.

Elektrophor — geladner Elektrophor. . . 382 u. w.

Verschiedene Theorien darüber. . . . . 389 u. w.

Ueber die Natur der elektrischen Materie. . . 395

Atmosphärische Elektricität. 397

Elektrometer atmosphärischer. . . . . 398 u. w.

Natur der atmosphärischen Elektricität. . . . 404

Blitzableiter. 406

Hagelgewitter, Entstehung des Hagels; Hagelleiter. . . . . 408 u. w.

Nordlicht. 414

Zodiakallicht. 420

VII. Magnetstein. 420

Entgegengesetzte Magnetismen. 424

Inhalt.

Blatt.

Künstlicher Magnet — Verfertigung, und Verstärkung desselben. . . . . 426 u. w.

Magnetnadel. 433

Ihre Abweichung. 434

Ihre Variation. . . . . 437 u. w.

Ihre Neigung. 440

Ueber die Ursache magnetischer Erscheinungen. . 442

Sonder=

Sonderheitliche Experimental-Naturlehre.

Von den einfachen Bestandtheilen der Körper.

Einleitung.

Unsere Sinnenwelt faßt lauter solche Körper in sich, die aus mancherley einfachern, ungleichartigen Theilen zusammengesetzt sind; die **außerordentliche Mannigfaltigkeit** derselben hängt theils von der **verschiedenen Natur** dieser einfachen Bestandtheile, theils von den **verschiedenen Verhältnissen** ab, in welchen sie untereinander in Verbindung stehen. Die Bestandtheile der Körper in den Reichen der Natur nach ihren merkwürdigsten Verhältnissen untersuchen, ist eben hier der Ort nicht, weil sie den Gegenstand des Studiums der Na-

turgeschichte, und des theoretischen Theils der Physik ausmachen. Ich behandle daher in dem zweyten Theile meiner Experimental-Naturlehre in besondern Abschnitten nur die allgemeiner verbreiteten einfachern, und eigenthümlichen Stoffe, als Luft, Wasser, Wärmestoff, Feuer, Lichtstoff, elektrische, und magnetische Materie mit allen ihren Erscheinungen. Indessen hindert das nicht auch andere Bestandtheile hie, und da abzuhandeln, wo die Natur der Sache bey der gewählten Ordnung uns darauf leitet.

Erster

Erster Abschnitt.

Die sonderheitliche Lehre.

Von der Luft.

§. 1.

Von dem Daseyn der Luft außer den Körpern.

Wo wir uns immer auf dieser Erde aufhalten, auf Anhöhen, in Klüften, oder im Freyen, können wir athmen, und da wir bey unserm Aufenthalte mit der Hand, mit dem Fächer gegen das Gesicht eine schnelle Bewegung machen, oder einen offenen Blasebalg an unser Gesicht zusammendrücken, so werden wir deutlich gewahr, daß etwas Materielles gegen unser Gesicht stoßt. Oft sehen wir kleine und leichte Körper vor unsern Augen schweben, ohne daß wir eine Stütze, auf der sie sich halten, wahrnehmen: wie wäre dieß nach den bekannten Gesetzen der Schwere, die alle Körper besitzen, möglich, wenn sie nicht von einem andern Körper gehalten würden. Diese materielle Subsţanz, die man Luft zu nennen pflegt, und außerhalb

den Körpern aller Orten rings um die Erde herum vorhanden ist, muß eine sehr feine, durchsichtige fühlbare, nicht ganz farbenlos, aber eine permanent flüßige Materie sey.

Ihre besondere Eigenschaften.

Sehr fein; denn sticht man in eine mit gemeiner Luft gefüllte Blase das kleinste Löchlein mit der feinsten Spitze einer Nadel, so fährt die Luft mit einem Gezische heraus:

Durchsichtig; denn es liegt ein ganzes Meer von Luft zwischen unsern Augen, und den entfernten Gegenständen am Horizon, und doch dringt das Licht auch vom fernsten Punkte in unser Aug. Sie zeigt sich uns

Fühlbar bey dem Drucke einer aufgeblähten Blase.

Nicht ganz farbenlos; wir sehen durch die Luft alle sichtbare Gegenstände, und bemerken dennoch nicht, wenigst so lange sie nahe sind, daß irgend eine fremde Farbe sich mit der ihrigen vermische, und deßwegen hielten die Physiker die Luft bisher farbenlos; allein wenn wir weit entferntere Gegenstände durch die Luft betrachten, so werden sie immer blaulichter, und in einer sehr großen Entfernung ganz blau. Dieß wissen die Maler sehr wohl; sie malen uns sehr weit entlegene Berge, Hügel, und Wälder nicht in ihrer eigentlichen Farbe, sondern wie wir sie in der That sehen, blau, und der Farbe der etwas nähern Gegenstände geben sie einen Zusatz von Blau. — Woher aber kömmt diese

blaue

blaue Farbe, als von dem Mitteldinge, von der Luft; gleichwie uns also alle Sachen, die wir durch ein blau gefärbtes Glas betrachten, blau zu seyn scheinen; eben so muß auch die blaue Farbe aller weitern Gegenstände, welche wir durch die Luft sehen, von der Luft herrühren, d. i. die Luft muß selbst blau seyn; aber ihre Farbe ist so schwach, daß man sie nur alsdann bemerkt, wenn man durch eine sehr große Masse von Luft durchsieht. Es scheint ja das süße Wasser, wie das Meerwasser, wenn wir es in ein Glas schöpfen, eben so wenig als eine Bouteille voll Luft eine Farbe zu haben, und man bemerkt die grünlichte Farbe desselben nur alsdann erst, wenn man auf den Grund des Meeres, oder eines tiefen Teiches hinsieht; gleichwie man im weißen, reinsten Glase nur dann erst seine grünlichte Farbe bemerkt, wenn man von der schmalen Seite durch eine dicke Glastafel sieht. Die Luft ist daher dem Wasser, dem Glase, und andern sehr durchsichtigen Körpern in diesem Stücke völlig gleich. — Wahrscheinlicher Weise ist also die eigentliche Farbe der reinen Luft tiefdunkelblau; denn in dieser Farbe erscheint der Himmel, wenn man ihn vom Gipfel der höchsten Berge an heiteren Tagen betrachtet, wo die Luft unstreitig viel weniger mit Dünsten angefüllt ist, als unten in der Tiefe, wo ihre Farbe durch die Dünste heller und weißlicher, zugleich aber auch die Luft etwas undurchsichtiger wird.

Daß sie eine flüßige Materie sey, erhellet aus der Leichtigkeit, mit der sich ihre Theile trennen lassen, und aus der respektiven Beweglichkeit derselben, die ihr ohne Widerrede zukömmt, auch die heftigste Kälte benimmt ihr die Kennzeichen der Flüßigkeit nicht, und alle Versuche, die man bis itzt machte, die Luft in einen festen Körper zu verwandeln, waren fruchtlos.

§. 2.

Von dem Daseyn eines luftförmigen Stoffes innerhalb den Körpern.

Aus einem Gemische von Eisenfeil, Vitriolsäure, und Wasser, aus dem Gemische von Säuern, und alkalischer Erde u. s. w. bringt die Kunst eine ähnliche Materie hervor, die eben so eine feine, durchsichtige, fühlbare, permanent flüßige Materie ist, welche in eine Blase versetzt selbe aufbläht, und sich beym Drucke uns fühlbar macht.

§. 3.

Zwo Hauptgattungen.

Weil Luft außerhalb den Körpern stets in einem freyen Zustande aller Orten vorhanden ist, und dann auch so ein ihr ähnlicher luftförmiger Stoff in dem Innersten der Körper eingeschlossen nicht eher, als nach einer vorgegangenen Auflösung dem Gefühle merklich wird, so haben wir Grund, die Luft in zwo Hauptgattungen zu theilen,
I. in die gemeine oder atmosphärische Luft;
II. in den aus Körpern chemisch entwickelten luftförmigen Stoff.

§. 4.

§. 4.

I. Allgemeine Eigenschaften der gemeinen Luft.

Die Lehre von der Natur, von den Eigenschaften, und den daraus entspringenden Wirkungen der gemeinen Luft heißt im allgemeinen Sinne Aerometrie. Die gemeine Luft besitzt neben ihren vorhin angeführten sonderheitlichen Eigenschaften auch alle physisch allgemeine Eigenschaften, die wir in jeder Materie, in jedem Körper gewahrnehmen; sie ist ausgedehnt, und überall verbreitet, (§. 1.) sie ist undurchdringlich, (I. Theil §. 6.) sie ist porös, welches ihre Durchsichtigkeit beweiset; sie ist theilbar, welches die Leichtigkeit beweiset, mit der sich Körper in ihr bewegen, ihre Theile stehen miteinander in Verbindung, bilden ein Ganzes, einen zusammenhangenden Körper, (I. Th. §. 20.) welcher dadurch der Bewegung anderer Körper ein merkliches Hinderniß entgegensetzt. (I. Th. §. 67.)

Ausdehnung.

Undurchdringlichkeit.

Porosität.

Zusammenhang.

§. 5.

Luftpumpe und torricellische Röhre.

Nachdem man in der Mitte des vorigen Jahrhunderts zwey nützliche Werkzeuge, nämlich die Luftpumpe, und die torricellische Röhre erfunden, und mit denselben verschiedene Versuche über die Luft angestellet hat, verbreiteten sich hellere Kenntnisse über die Natur und Eigenschaften der gemeinen Luft, vorzüglich über ihre Compressibilität, Elasticität, und Schwere, aus denen so viele, ja die wichtigsten Erscheinungen erst erklärbar wurden, welche die ältern Naturforscher oder gar nicht, oder größtentheils sehr übel durch einen vermeynten Ab-

scheu der Natur gegen den leeren Raum (per horrorem vacui) zu erklären suchten.

§. 6.

Erklärung der Luftpumpe.

Die Luftpumpe ist ein Instrument, womit man die Luft in verschloßenen Gefässen bis auf einen sehr hohen Grad verdünnen, und nach verschiedenen neuen Einrichtungen auch verdichten kann. Dient die Luftpumpe ganz allein oder zur Verdünnerung, oder zur Verdichtung der Luft, so heißt sie im ersten Falle Saugpumpe, im zweyten Druckwerk. Nach den neuen Einrichtungen dient unsere Luftpumpe als Saug- und Druckwerk zugleich. Ein Deutscher, Namens Otto von Querike, war der erste Erfinder von Luftpumpen, derer Gebrauch zu so viel wichtigen Entdeckungen geführet hat. Vom Anfange ihrer Erfindung bis itzt hat man mit diesem Instrumente viele Veränderungen getroffen, um es theils bequemer, theils so einzurichten, daß man dadurch die Luft in kürzerer Zeit in einem höhern Grade verdünnen, und verdichten könne. Der innere Umfang eines Gefässes, worinn die Luft mittels der Luftpumpe in einem gröβern Grade verdünnet worden, wird gewöhnlich die boilische, oder eigentlicher die querikische Leere (vacuum Boileanum, Querikicum) genennt. Ein vollkommen luftleerer Raum läßt sich auch bey der vollständigsten Luftpumpe nie erwarten; denn nehmen wir an, daß das gläserne Gefäß, welches wegen seiner Form Glocke, und

wegen

wegen seinem Gebrauche Recipient heißt, mit dem Cylinder der Luftpumpe einerley Innhalt habe, so wird beym ersten Stempelzuge die Hälfte, oder $\frac{1}{2}$ Luft in den Cylinder übergehen, und der andere $\frac{1}{2}$ Theil in der Glocke bleiben; nach dem zweyten Zuge bleibt wieder $\frac{1}{2}$ von der vorigen Hälfte, d. i. $\frac{1}{4}$ der ersten; nach dem dritten Zuge $\frac{1}{8}$, und nach dem vierten $\frac{1}{16}$ Theil u. s. w. Luft in der Glocke zurück, mithin immerzu noch positive Luftquantität. — — Um von der Einrichtung der Luftpumpe, und von ihrem Gebrauche einen deutlichen Begriff zu geben, wird eine Luftpumpe zerlegt, und zugleich von den verschiedenen Verbesserungen und Fehlern an den Luftpumpen, und von dem dazu nöthigen Apparate eine durch Modelle erläuterte Erklärung gegeben.

§. 7.

Die Luft läßt sich A) durch Compression sowohl, als B) durch Condensation, oder Verdichtung in einen engern Raum bringen; dafür geben uns folgende Versuche entscheidende Beweise: Compressibilität. (I. Th. §. 32.)

A) 1. Versuch. Wenn man das leere Glas EFG mit unterwärts gekehrter Oeffnung im Gefässe ABCD so auf das Wasser aufsetzt, daß der Rand FG beym Aufsetzen die Wasserfläche AB ringsherum zugleich berühre, und wenn man sodann selbes ganz unter Wasser taucht, so ist einige Kraft nöthig, es in dieser Stellung zu erhalten. Hat man Taf. I. Fig. 1. A) Compression der Luft.

vorher

vorher das Glas inwendig mit Pulver, oder geschabter Kreide bestreuet, so sieht man beym Herausnehmen, daß das Wasser bis HI hineingedrungen sey: Es ist also die Luft, welche vorher das ganze Glas EFG ausfüllte, in den kleinern Raum EHI zusammengedrückt worden.

2. Versuch. Verdünnet man in einem hermetisch geschlossenen Gefässe, das mit einem Hahne versehen ist, die eingeschlossene Luft, so wird man bey der Oeffnung des Hahnes sogleich ein Gezisch vernehmen, welches daraus entsteht, weil sich die äußere Luft mit Gewalt auszubreiten, und durch die kleine Oeffnung einzudringen bestrebt; dieß ihr Bestreben aber, sich in weitere Räume auszubreiten, und da mit Gewalt einzudringen, wo weniger Widerstand vorhanden, setzt nothwendig zum voraus, daß die äußere Luft an der Erdoberfläche schon wirklich zusammengedrückt, oder in einen engern Raum gebracht sey, als sie einnehmen würde, wenn sie von allem äußern Drucke frey wäre.

B) Condensation der Luft.

B) 1. Versuch. Mittels der Luftpumpe, oder einer eigens dazu eingerichteten Compressions-Maschine, oder Druckwerkes, unter welchen die winklerische, mit der wir unsere Versuche anstellen, den Vorzug hat, wird viel mehr Luft in einen bestimmten Raum gebracht, als gewöhnlich in selbem vorhanden ist, als z. B. in ein metallenes Gefäß, in die Kammer einer Windbüchse u. s. w., wobey aber

eine

eine große Vorsicht nöthig ist, weil bey einer zu großen Verdichtung die Gefässe Gefahr laufen, zersprengt zu werden. Die Stärke der Verdichtung der Luft in einer Windbüchse läßt sich berechnen, wenn der innere Rauminnhalt der Kammer, und der Innhalt des Stifels bekannt sind. Enthält ersterer 3 Kubikzoll, und der Stifel 1 Kubikzoll, so ist durch 12maliges Auf- und Niederstossen des Stempels die Luft 15mal stärker verdichtet worden, wie zuvor.

2. Versuch. Wird eine mit gemeiner Luft ganz aufgeschwollne Blase an einen kalten Ort gebracht, so verliert sie zum Theil ihre Spannung, und fällt in Falten, die eingeschlossene Luft geht in einen engern Raum zusammen, oder wird verdichtet auf eben die Art, gleichwie alle festen Körper durch Kälte, oder Entziehung des freyen Wärmestoffes condensirt werden. Es folgt daher aus den obigen Versuchen unläugbar, daß die Luft in einem sehr hohen Grade compressibel sey.

§. 8.

1. Versuch. Wird eine mit gemeiner Luft gefüllte Blase durch äußere Gewalt, nach was immer für einer Richtung, zusammengedrückt, so dehnt sie sich mit Nachlassung des Druckes wieder aus, und nimmt ihren vorigen Raum wieder ein; die Wiederherstellung des vorigen Raums kann nicht von der Blase herrühren; denn öffne man nur die Blase, Elasticität (1. Th. §. 34.)

daß

daß die Luft während des Druckes Ausgang finde, so wird die Blase ihre abgeänderte Figur nicht wieder herstellen, und ihren vorigen Raum nicht wieder besetzen.

Taf. I. Fig. 1. 2. Versuch. Läßt man, indem das Glas EFG noch immer im Wasser steht, mit Drucken nach; so wird selbes von sich selbst wieder in die Höhe steigen, der Rand FG die Wasserfläche AB wieder berühren; und die vorhin in den Raum EHI zusammengedrückte Luft wird sich wieder in den ganzen vorigen Raum EFG ausbreiten.

Es liegt also in der Luft das Bestreben und Vermögen ihren durch äußere Gewalt verminderten Raum wieder zu vergrößern, d. h. die Luft besitzt **Federkraft, Schnellkraft, Elasticität.**

§. 9.

Wachsthum der Elasticität mit dem Grade ihrer Verdichtung und Zusammenpressung.

Taf. I. Fig. 2. 1. Versuch. Man fülle das metallene Gefäß AB halb mit Wasser, und schraube den Aufsatz D mit dem Röhrchen DE, das nicht ganz bis zum Boden des Balles reicht, auf; sodann schraube man die ganze Vorrichtung umgekehrt mittels der Schraube ober dem Hahne C auf die Luftpumpe, oder auf die Compressionsmaschin, und verdichte nach geöffnetem Hahne C in selber die Luft; nach einigen Zügen schließe man den Hahn, nehme den Ball ab, und schraube ober dem Hahn C einen kleinen Aufsatz mit einer sehr kleinen Oeffnung auf; die verdichtete Luft dehnt sich wieder aus, sucht ihren

vorigen

vorigen Raum, und treibt dadurch das Wasser nach geöffnetem Hahne mit großer Gewalt bis zu einer ansehnlichen Höhe empor, und dieß um desto mehr, je mehr die Luft im Gefässe verdichtet worden — nicht selten erreicht das hervorgedrungene Wasser eine Höhe von 40 Schuhen. Dieß Gefäß tragt den Namen von seinem Erfinder, Heronsball.

2. Versuch. In einer Fontaine, die man Heronsbrunn nennt, in welcher durch den Druck des Wassers die Luft zusammengedrückt wird, kann solches in einen aufsteigenden Strahl in die Höhe getrieben werden; diese Höhe wachset mit dem Drucke des Wassers.

3. Versuch. Die in einer Windbüchse zusammengepreßte Luft ist durch ihre schnelle Ausdehnung vermögend, eine wächserne Kugel durch ein eisernes Blech zu treiben.

4. Verschiedene Versuche. a) Aus eben diesem Grunde steigen und fallen die cartesianischen Teufel; denn sobald man auf die Blase, mit welcher der Glascylinder zugebunden ist, drückt, so wird die Luft beym Eintritt des Wassers in diesen Figuren zusammengedrückt, die Figur selbst dadurch schwerer, und im Wasser zu Boden gehen. Hört man auf zu drücken, so dehnt sich die Luft in der Figur wieder aus, treibt das Wasser weg, und die dadurch leichter gewordene Figur steigt nach der

Ober-

Oberfläche des Wassers. — b) Gefässe aus Metall gegossen springen gerne in Trümmer, wenn die Luft darinn auf einem sehr hohen Grade zusammengepreßt worden. — Je mehr man die Luft in einen bestimmten Raum zusammenpreßt, desto mehr kostet es Gewalt, sie noch ferners zu condensiren. Sie treibt den Stempel in der Druckmaschine von sich selbst wieder hinaus. Mit dem Grade also ihrer Verdichtung oder Zusammendrückung wächst die Elasticität der gemeinen Luft.

§. 10.

Wachsthum der Elasticität der eingeschlossnen, und durch Hitze verdünnten Luft.

1. Versuch. Wird eine Blase nur etwas über die Hälfte mit gemeiner Luft mittels eines Blasebalges aufgeblasen, und alsdenn zugebunden über Kohlfeuer gebracht, so spannt die verschlossene Luft die Blase mit einer Gewalt aus, der sie nicht widerstehen kann, sie zerreißt mit einem großen Knalle. — Wird die Blase vor ihrem Zerplatzen an einen kalten Ort gebracht, so zieht sich die Luft innerhalb der Blase wieder in ihren vorigen Raum zusammen.

2. Versuch. Wasser wird aus dem vorhin beschriebenen Heronsballe durch die Erwärmung der eingeschlossenen Luft in einen aufsteigenden Strahl getrieben, der mit dem Wachsthume der Wärme auch an der Höhe zunimmt.

Es wird mithin die Luft durch die Wärme ausgedehnt, oder dahin gebracht, daß sie sich in einen grössern Raum auszubreiten bestrebe; mithin ihre

Ela-

Elasticität im Verhältniß mit der Wärme verstärket.

§. 11.

Schwere.

Die Luft wirkt auf Gefühl, (§. 1.) sie ist demnach ein körperliches Wesen, mithin ist sie auch schwer. Gewiß schon bloße Induction führt uns auf die Schwere der Luft.

Unmittelbare Beweise von der Schwere der Luft.

Was lehrt uns hierinn die Erfahrung?

1. Versuch. Man pumpt aus einer großen gläsern Kugel, die sich mit einem Hahne verschließen läßt, und mit einer Schraube versehen ist, womit sie an die Luftpumpe angeschraubet werden kann, die Luft so gut, als möglich, heraus.

Diese luftleere Kugel hängt man sodann mit verschlossenem Hahne an eine empfindliche Waage, und bemerkt die Größe ihres Gewichts. Hierauf eröffnet man den Hahn, um die atmosphärische Luft einzulassen, die aber durch trockene Asche, oder andere Körper, welche die Feuchtigkeit leicht an sich ziehen, gehen muß, weil sonst die Schwere der Luft durch die Schwere der Dünste vermehret werden würde; nun sieh da den Erfolg: sobald die Kugel mit Luft angefüllt ist, wird sie um ein Merkliches mehr wiegen, oder schwerer seyn, als sie im luftleeren Zustande war. Die Luft vermehret das Gewicht der gläsern Kugel, muß also selbst schwer seyn. — — Ist die Kugel so groß, daß ihr innerer Raum 800 tt. Wasser fasse, so findet

man,

man, daß die Luft, welche den nämlichen Raum ausfüllt, beynahe 1 tt. wiege; mithin wäre die Luft beynahe 800mal leichter, als Wasser.

Dieß ist die älteste Methode, die specifische Schwere der Luft zu erforschen, schon Galiläi, Riccioli, und Boile bedienten sich ihrer; allein ihr Werth ist nicht der größte, weil die Kugel nie vollkommen luftleer gemacht werden kann, (§. 6.) und ihre Dichtigkeit, mithin auch ihre Schwere bald größer, bald kleiner wird. Doch zu unsrer Absicht hat sie Genauigkeit genug.

2. Versuch. Ein metallener Cylinder, in welchem die Luft durch Hineinpressen verdichtet worden, wiegt an einer empfindlichen Waage mehr, als vorhin, wo die Luft im gewöhnlichen Zustande in ihm war.

§. 12.

Mittelbare Beweise für die Schwere der Luft.

1. Versuch. Man fülle eine nicht allzuweite Röhre AB mit Wasser, und verschließe ihre obere Oeffnung A wohl mit dem Finger, so fließt das Wasser nicht heraus, wenn gleich die Röhre bey B offen ist. Oeffnet man sie aber auch bey A, so fließt augenblicklich alles Wasser ab. — — Es ist die Frage, was das Wasser in der Röhre zurückhalte, so lang A verschlossen bleibt? — Im Finger kann die Ursache nicht liegen, auch nicht in dem Anhängen des Wassers an der Glasröhre, welches ja auch noch da ist, wenn man A geöffnet hat. — —

Taf. I. Fig. 3.

Die

Die alten Scholastiker sagten: „Die Natur „lasse kein Wasser heraus, oder die Materie des „Wassers ziehe sich zusammen, um den leeren „Raum zu vermeiden, der bey A entstehen würde, „wenn bey verschlossener Oeffnung A das Wasser „ausliefe.“ — —

Allein! weit glücklicher geht die itzige Physik in Erklärung dieses Phänomens zu Werke, nachdem man mit allem Grunde zu vermuthen angefangen hat, daß sich die Luft an der Erdoberfläche in einem wirklichen, und permanenten Zustande der Zusammendrückung befinde, (§. 7. A. 2. Vers.) und daß dieser Stand der Zusammendrückung in dem Gewichte, oder in der Schwere der über ihr liegenden Lufttheile ganz allein seinen Grund haben könne; weil keine andere drückende Materie vorhanden ist; — denn wenn die Luft bey A, und B durch das Gewicht der über ihr liegenden Theile zusammengedrückt ist, so wird sie sich mittelst ihrer Elasticität nach allen Seiten hinauszubreiten suchen; ist dieß, so wird sie nach der Richtung B A gegen das Wasser in B drücken, und dessen Gewicht tragen, so lang der Druck der Luft gegen A durch den aufgelegten Finger gehindert wird. Wird aber A geöffnet, so drückt nunmehr die Luft bey A nach der Richtung A B eben so stark entgegen; die Wirkungen der Luft bey A, und B heben sich einander auf, und das Wasser fließt durch seine Schwere aus der Röhre.

Taf. I. Fig. 4.

2. Versuch. Die vorige Erklärung gelangt zur Gewißheit, wenn man eine gläserne recht trockene Röhre, die an einem Ende bey A geschlossen, oder zugeschmolzen, und länger ist als 28 Zoll, mit reinem Queckſilber ganz anfüllt, das offene Ende bey B mit dem Finger zuhält, hierauf umkehrt, und nachdem man es ins Gefäß mit Queckſilber getaucht hat, die Röhre vertikal hält, und den Finger vor der Oeffnung B wegzieht; so wird wirklich ein Theil des Queckſilbers auslaufen, bis die noch über B stehende Säule eine Höhe von etwa 27 bis 28 Zoll hat. In einer 33 Schuh langen Glasröhre welche auf die nämliche Art mit Waſſer gefüllt wird, bleibt die über B stehende Waſſersäule in einer Höhe von etwa 32 Schuh hangen. Diese Säulen bleiben alsdann stehen, so lange A verschlossen, und die äußere Luft auf das Queckſilber, oder Waſſer im Gefäße frey wirken kann; laufen aber auch aus, wenn man A öffnet, oder die Luft ober dem Queckſilber, oder dem Waſſer im Gefäße mittelst der Luftpumpe verdünnet. — — Dieß zeigt deutlich, daß bey B ein Gegendruck von bestimmter Größe geschehe, der gerade dem Druck einer 27 bis 28 Zoll hohen Queckſilbersäule, oder einer 32 Schuhe hohen Waſſersäule gleich ist. Diesen Gegendruck muß man doch der Luft, die auf die Fläche des Queckſilbers, oder Waſſers bey B einseitig drückt, zuschreiben, weil kein anderer Körper vorhanden ist, der selben bewirken könnte. — — Torricelli stellte diesen an Folgerungen so fruchtbaren Versuch zuerst

im

im Jahre 1643 an, und bewies dadurch die Schwere der Luft. Die Röhre mit dem Queckſilber, oder Waſſer darinn heißt deßwegen auch die torricelliſche Röhre, und der leere Raum ober dem Queckſilber, oder Waſſer bey A die torricelliſche Leere, welche viel vollkommner, als die querikiſche iſt.

Schlußfolge.

Aus dem wirklichen, permanenten Zuſtande der Zuſammendrückung, in dem ſich die gemeine Luft an der Erdoberfläche befindet, läßt ſich alſo mit Gewißheit folgern, daß die Luft ſchwer ſeyn müſſe, und daß ſie durch dieſe Schwere an unſerm Erdballe zurückgehalten werde, um ſich nicht mittelſt ihrer Elaſticität in die freyen Räume des Himmels zu verbreiten, und uns ganz verlaſſen zu können.

§. 13.

Vom Drucke der Luft nach hydroſtatiſchen Geſetzen.

Die Elaſticität der Luft ſowohl, als ihre Schwere äußern ſich am vorzüglichſten durch den Druck auf andere Körper, die ihr im Wege ſtehen. So drückt z. B. die eingeſchloſſene Luft, indem ſie ſich mittelſt ihrer Federkraft durch einen weitern Raum zu verbreiten ſucht, gegen die Wände des Gefäßes, das ſie einſchließt; gleichwie ſie mittelſt ihrer Schwere auf das Queckſilber in der torricellianiſchen Röhre (§. 12.) drückt. Die Größe dieſes Druckes ſteht mit beyden im genaueſten Verhältniße; was alſo immer ihre Elaſticität, und ihre Schwere vermehret, das vergrößert auch ihren Druck. Dieſem zufolge muß

I. Gesetz. I. der Druck einer Luftsäule nach hydrostatischen Gesetzen, (I. Th. §. 131.) bey übrigens gleichen Umständen mit ihrer Höhe im Verhältniß seyn; folglich muß das Queckſilber in der torricellischen Röhre in hohen Regionen der Atmosphäre nicht so hoch stehen können, als in niedern Gegenden, wie es auch die Erfahrung lehrt, und Pascal zuerst 1648 fand.

1. Folgesatz. An hochliegenden Orten wird eine Saugpumpe das Wasser nie so hoch ziehen können, als an niedern.

2. Folgesatz. Es kann also die Luft in verschiedenen Höhen nicht gleichförmig dicht seyn, sondern sie muß an niedern Stellen dichter, und mehr zusammengepreßt, mithin mehr elastisch seyn, und mehr drücken, als in den höhern Regionen der Atmosphäre.

II. Gesetz. II. Die Luftsäulen müssen wie andere Flüssige bey gleichen Höhen, und Dichtigkeiten untereinander im Gleichgewichte seyn; und deßwegen muß jede Luftsäule statt ihrer benachbarten einen Körper von gleicher Schwere zu tragen im Stande seyn. Dieß bestättiget die Erfahrung vollkommen; denn diesem Drucke zufolge steht in der torricellischen Röhre eine Queckſilbersäule von 27 — 28 Zoll mit einer senkrechten Luftsäule, welche mit derselben Eine Basis, und die Höhe des Luftkreises hat, im Gleichgewichte. Weil das Wasser vierzehnmal specifisch leichter ist, als Queckſilber, so

läßt

läßt es ganz natürlich, daß eine Luftsäule, welche einer Queckſilberſäule von 28 Zoll die Wage hält, eine Waſſerſäule von einerley Baſis mit ihr in einer Höhe von 14 x 28 = 392 Zollen, oder 32 Schuh, und 8 Zoll feſtzuhalten, im Stande ſey; wie es die obigen Verſuche (§. 12.) beſtättigen.

Folgeſatz. Aus dem läßt ſich nun ganz leicht die Größe des Druckes der Luft auf eine beſtimmte Körperfläche finden; z. B. Ein Menſch von mittler Größe, d. h. von 5 Sch. hat wenigſt 10 Quadratſchuhe Oberfläche; er hat alſo beſtändig den Druck einer Luftſäule zu tragen, welche 10 Quadratſchuhe Grundfläche, und zur Höhe die Atmosphär hat, d. i. den Druck einer Schwere, welche der Schwere einer Waſſerſäule gleich iſt, die 10 Quadratſchuhe Grundfläche hat, und über 32 Schuhe hoch iſt, mithin 10 x 32 = 320 Kubikſchuhe hält; da ein Kubikſchuh Waſſer beyläufig 64 tt. hat, ſo wiegt eine ſolche Waſſerſäule 320 x 64 = 20480 tt. Hieraus folgt, daß ein Menſch von mittler Größe mit einem Luftgewichte von 20480 tt. gedrückt werde.

III. Die atmosphäriſche Luft äußert den von ihrer Schwere herrührenden Druck nach eben den Geſetzen, d. i. nach allen Richtungen hin abwärts, aufwärts, ſeitenwärts, wie alle andere Flüßigkeiten. (I. Th. §. 131.) Verſuche dafür: III. Geſetz.

1. Verſuch. Das Hangenbleiben des Queckſilbers in der torricelliſchen Röhre; das feſte

Auf-

Aufdrücken des Recipienten auf den Teller der Luftpumpe, das Zersprengen einer Glasscheibe, oder einer auf einem metallenen Ring aufgespannten Blase nach verdünnter innerer Luft, u. s. m. erweisen entscheidend ihren Druck abwärts.

2. Versuch. Stellt man eine Art einer sehr beweglichen Windmühle unter einen Recipienten, der an der Seite eine kleine Oeffnung hat, welche gerade auf die Flügel der Mühle geht; verdünnt man sodann unter selben die Luft, während dem das Loch mit dem Finger zugehalten wird, so dringt die Luft nach geöffnetem Loche mit Gewalt von der Seite hinein, stößt an die Flügel der Windmühle, und treibt sie herum. — Sieh da den Druck der Luft von der Seite her.

3. Versuch. Man nehme eine Röhre, wie jene bey dem torricellischen Versuche, (§. 12.) und durchbohre sie an der Seite, so daß man diese Oeffnung mit einem Stücke einer nassen Blase wohl verschließen könne. Man fülle sie hierauf mit Quecksilber, und wiederhole den torricellischen Versuch, so wird die Queckſilbersäule in der gewöhnlichen Höhe stehen bleiben, und der obere Theil der Röhre wird leer seyn. Hierauf durchsteche man die Blase mit einer Nadel, so wird die Luft durch ihren Seitendruck die Queckſilbersäule in zween Theile theilen, deren einer über, der andere aber unter dem Loche stehen wird, sie treibt nämlich durch ihren Druck

auf-

aufwärts den obern Theil der Säule in die Höhe der Röhre, den untern Theil der Säule aber durch ihren Druck abwärts in den Behälter hinab; wodurch sich der Druck der atmosphärischen Luft aufwärts, und abwärts unsern Sinnen empfänglich macht.

4. Versuch. Eine mit Erbsen oder Linsen halb angefüllte Schweinsblase wird nach Verdünnerung der innern Luft durch die äußere Luft von allen Seiten her zu einem festen Erbsenstein zusammengedrückt.

Folgesatz. Da die Luft, wie jede flüßige Materie, nach allen Seiten zu drückt, so muß jeder darinn versenkte Körper, wie beym Abwiegen im Wasser (I. Th. §. 135.) nicht mit seinem absoluten Gewichte sinken, sondern so viel davon verlieren, als die Luft wiegt, die mit ihm einerley Raum erfüllt; und ein, und ebenderselbe Körper muß in der Luft immerzu mehr von seinem absoluten Gewichte verlieren, je grösser sein Rauminhalt ist; deßwegen ist ein ausgedehnter, und aufgelockerter Federsack leichter, als wenn er enge zusammengeschnürt ist. Eben so wird auch das respektive Gewicht eines Körpers in der dünnern Luft größer seyn, als in einer dichtern, u. s. w. — Hierauf gründet sich das querikische **Manometer.** Es wird nämlich an einem empfindlichen Waagebalken eine hinlänglich große hohle, aber luftdicht verschlossene gläserne Kugel aufgehängt, und durch ein massives

Gewicht

Gewicht von Bley, das gegen der Kugel einen viel kleinern Raum einnimmt, ins Gleichgewicht gebracht; wenn sich nun die Dichtigkeit der Luft ändert, so müssen beyde ungleich viel von ihrem Gewichte verlieren, und zwar wenn die Luft dichter wird, so giebt das Bleygewicht den Ausschlag: wird sie aber dünner, so sinkt die Kugel.

IV. Gesetz. IV. So groß auch der Druck der Luft nach allen Richtungen hin ist, so kann sich dieser a) doch nicht äußern, und keine Bewegung hervorbringen, so lang er von allen Seiten gleich bleibt; er äußert sich aber b) sogleich, sobald er einseitig wird, oder auf beiden Seiten einer Flüßigkeit ungleich stattfindet. Denn a) ist der Druck der Luftsäulen von allen Seiten her gleich, so bleiben sie untereinander im Gleichgewichte, ihr Druck hebt sich gegenseitig einander auf, und kann mithin kein Grund einer folgenden Bewegung seyn. — Aus eben diesem Grunde belästigt dieser Luftdruck mit seinem Gewichte uns Menschen so wenig, als die weichesten Pflanzen, welche ihre zarten Spitzen aus der Erde herauswühlen; denn die Vorsehung hat unsern Leib sowohl, als die Pflanzen mit unzähligen Oeffnungen, Ritzen, und Klüften versehen, darein Luft gelegt, dieselbe mit der äußern Luft in Verbindung gesetzt, um ihrem Drucke das Gleichgewicht zu halten, und alle Unbequemlichkeit zu verhüten. Dazu hat die Natur unser Haupt gewölbt gemacht, unsere Glieder abgerundet,

daß

daß Theile von Theilen unterstützt stark genug werden, den Rest der Last, den etwa die Luft innerhalb unser übrig lassen möchte, heben zu können. b) Auf dem ungleich großen, oder einseitigen Drucke gründen sich:

1. das feste Ankleben des Recipienten an dem Teller der Luftpumpe; das Zerquetschen einer Glasscheibe, oder eines gläsernen Gefäßes, dessen Seitenwände paralell sind. *

2. Der Zusammenhang der magdeburgischen Halbkugeln, welche nach verdünnter innerer Luft bey einem 4 Zoll großen Durchmesser mit einer Gewalt von 180 tt. zusammenhangen; bey dem Zutritt einer neuen Luft aber, oder bey verdünnter äußern Luft unterm Recipienten wieder auseinander fallen.

3. Das Aufsteigen des Wassers in den Saugpumpen, und Spritzen.

4. Das Anhangen der Schröpfköpfe.

5. Die Erscheinung, daß aus einem Glase mit enger Oeffnung beym Umkehren nichts herauslauft; daß der Hahn eines Faßes, dessen Spundloch geschlossen ist, nichts herausläßt; daß man in einem Glase durch vorgelegtes Papier bey umgekehrter Mündung das Flüßige darinn zurückhalten könne, u. s. w.

6. Das Athemholen der Menschen, und Thiere, das Saugen der Kinder; das Eintretten der Luft in den Blasebälgen, das Tobacksrauchen, u. s. w.

7. Der

7. Der schnelle Tod warmblütiger Thiere, denen das Athemholen zum Unterhalte des Lebens unentbehrlich ist, in einer zu sehr verdünnter Luft. — Warum hingegen die kaltblütigen Thiere, z. B. Fische unter dem Wasser in verdünnter Luft länger aushalten, nach der Verdännung aber sich nicht mehr vom Grunde des Wassers nach der Oberfläche desselben schwingen können, außer sie werden zuvor in die freye Luft gebracht, in welcher sie ihre Schwimmblase wieder anfüllen können.

8. Alle Erscheinungen bey der einerseits, wie immer, verdünnten, oder verdichteten Luft, wie ich in der Anwendung ausführlicher zeigen werde.

9. Endlich die Entstehung der Winde, die nichts anders, als Störung des Gleichgewichts, oder Bewegung einer größern Luftportion sind. Wird irgendwo durch Wärme, oder Kälte die Schwere, oder Federkraft der Luft, mithin ihr Druck einerseits abgeändert, so entstehen Winde. Das Anemometer bestimmt ihre Stärke, Geschwindigkeit, und Richtung.

* Nur noch die Antwort auf die Frage: Warum hält eine Glocke den Druck der Luft aus, da doch eine Glasscheibe, oder ein gläsernes Gefäß, dessen Seitenwände paralell sind, zerquetschet wird? — Betrachtet man den gewölbten Bau einer Glocke, so erhellet, daß wegen dem Drucke der Luft, der von allen Seiten her gleich stark ist, alle Theile eines gläsernen Kreises zugleich einwärts bewegt werden müßten,

müßten, wenn sie zerspringen sollte. Allein wie wäre bey der Undurchdringlichkeit der Glastheile so eine Bewegung möglich, da selbe alle lauter Keile bilden, deren Kopf nach dem Aeußern des Gefäßes gekehrt ist, die sich also untereinander unterstützen, so wie die Theile eines Gewölbes, welches auch den größten äußern Druck auszuhalten im Stande ist. Bey einer Glasscheibe hingegen, oder bey einem gläsern Gefäße, dessen Seitenwände paralell sind, mangelt so eine gegenseitige Unterstützung der Theile, und der Druck der Luft hat bloß den Widerstand, welcher vom Zusammenhangen herrührt, zu überwinden; so ists leicht zu fassen, warum die Scheiben, und ebene Gefäße brechen.

§. 14.

Anwendung der vorigen Gesetze auf verschiedene physikalische Geräthschaften.

Die nähere Kenntniß der Luftschwere, ihrer Schnellkraft, und des davon herrührenden Druckes nach hydrostatischen Gesetzen hat den Naturkündigern den Weg gebaunt zu Erfindungen verschiedener physikalischen Geräthschaften, welche theils im gemeinen Leben nützlich und unentbehrlich, theils zu ferneren Fortschritten der Körperlehre zuträglich waren, überhaupts aber das physikalische Studium selbst angenehm, und unterhaltend machen. — Dergleichen vorzügliche physikalische Werkzeuge sind der Heber, die Saug- und Druckwerke, Springbrünne von verschiedener Art, Ventilatoren, Aerostaten, und Luftbälle; die Baroscopen, Barometer, oder auch Wettergläser,

gläser, welche alle ihres vorzüglichen Nutzens wegen insbesondere behandelt zu werden verdienen.

§. 15.

Heber. Die Heber theilen sich A) in Stechheber, und B) gekrümmte Heber ab; beyde dienen dazu, um einen Theil des Flüßigen aus einem vollen Gefäße heraus zu heben. Der erste besteht aus einer Röhre AB, die bald oben, bald unten eine hohle Kugel C hat, an beyden Enden aber offen ist. Wenn man dieß Werkzeug durch das Spundloch in ein Faß mit Wein hinabsenkt, so steigt der Wein in die Kugel des Hebers, um mit den nebenliegenden Säulen des Weins in gleicher Höhe zu stehen. Sobald diese Kugel voll ist, so hält man die Oeffnung A mit dem Daumen zu, und hebt auf diese Weise den in der Kugel befindlichen Wein aus dem Faße, ohne daß er auslaufe, weil die Luftsäule durch ihren Druck aufwärts bey B das Auslaufen hindert. Wenn man aber den Stechheber ausleeren will, so darf man nur die Mündung A öffnen, weil die auf diese Oeffnung A drückende Luftsäule den Drucke der bey B wirkenden Luftsäule das Gleichgewicht hält; daher der Wein durch das Uebermaaß seiner Schwere ausfließt. — —

Stechheber. Taf. I. Fig. 5.

Taf. I. Fig. 6. Auf ähnliche Art verfertiget man gewisse Springkannen, deren Boden B viele Löcher hat, und welche oben mit einer kleinen Oeffnung A, die man nach Willkühr mit dem Daumen schließen kann, versehen ist.

B) Der

B) Der gekrümmte Heber ist eine krummgebogene ungleich schenklichte Röhre. Bey dessen Gebrauche senkt man den kürzern Schenkel C in ein mit Wein, oder andern Liquoren gefülltes Gefäß D D, und an dem längern A saugt man; sogleich steigt der Liquor durch den kürzern Schenkel in die Höhe, und fließt durch den längern so lange heraus, als lange die Oeffnung des kürzern in selben steht. Die Erklärung dieses Phönomens läßt natürlich: Beym Saugen thut sich die Brusthöhle auf, und die Luft, die vorhin die Röhre allein ausfüllte, breitet sich itzt in die Röhre, die Mundhöhle, den Schlund, und die Brust aus; sie ist deßwegen innerhalb der Röhre sehr verdünnt; ihr Druck auf die unter dem kürzern Schenkel stehende flüßige Säule ist schwächer, als der Druck der äußern Luft auf die umliegenden Säulen; es muß also durch dessen Uebermaaß das Flüßige in den kürzern Schenkel aufsteigen: erreicht es alsdann den längern, so fließt es durch denselben mittelst seiner Schwere herab. Nun ist zwar der Druck der Luft auf das Flüßige bey der Oeffnung B, und an der Oeffnung A des längern Schenkels gleich; allein die größere Quantität des Flüßigen im längern Schenkel drückt stärker zur Oeffnung A heraus, als das das Flüßige im kleinen Schenkel C in das Faß zurückdrückt; es muß also, so lang der vorige Grund wehrt, stets herausfließen. — —

Gekrümmte Heber. Taf. I. Fig. 7.

Ist der längere Arm A im Flüßigen, so muß selbes nach dem Saugen seiner größern Quantität,

und

und stärkern Druckes wegen zurück in das Faß fließen. — —

Taf. I. Fig. 8. Sind endlich die Schenkel A, und B gleich, oder der Schenkel A ober dem Wasser so lang, als B, so sind auch Luftdruck, und die Wasserschweren in beyden gleich, mithin kein Grund der Bewegung des Liquors in dem Heber, folglich das Hangenbleiben der Wassersäulen in beyden Armen nothwendig, und kein Ausflüßen möglich, außer es wird der Schenkel A tiefer ins Wasser versenkt, daß also der ober dem Wasser stehende Theil des Schenkels A kürzer als B ist; sodann wird das Wasser ausfließen, bis A, und B wieder gleich sind.

§. 16.

Dessen merkwürdige Vortheile.

Die merkwürdigsten Vortheile, welche mit dem Gebrauche dieses Hebers verbunden folgen, sind wohl die:

a) Man kann z. B. in den Kellern Wein, Bier u. d. gl. abziehen, ohne die ganze flüßige Masse in Bewegung zu setzen, und dadurch aufzutrüben.

b) Weil nur derjenige Theil des Flüßigen abfließt, welcher sich vor der Mündung des kurzen Armes befindet; so bedienen sich die Scheidekünstler dieses Werkzeuges noch mit dem Vortheile, daß sie damit Liquoren von verschiedener Dichtigkeit, welche sich miteinander nicht vermischen, sondern im Verhältniß ihrer specifischen Schwere übereinander stehen, absondern können; sie tauchen daher den kür-

zern

zern Arm nur in denjenigen Theil der verschiedenen Liquoren, welchen sie abziehen wollen.

§. 17.

Nöthige Vorsicht bey dessen Gebrauch.

Mit dem Gebrauche des gekrümmten Hebers bey giftigen Flüßigkeiten, oder starken Geistern ist noch diese auffallende Unbequemlichkeit verbunden, daß der Lufteinsauger am längern Arme leicht einige Tropfen von den schädlichen Flüßigkeiten in den Mund, und eben so schnell in seinen Körper bringen könnte.

Taf. I. Fig. 9.

Um dieser Unbequemlichkeit abzuhelfen, läßt man bey B gegen das untere Ende des langen Schenkels eine Communications-Röhre CB löthen, vermittelst welcher man bey C die Luft des Hebers einsauget, während dem man die untere Oeffnung A des langen Armes mit dem Finger zuhält. Da sich alsdann unser Aug über der Krümmung des Hebers befindet, so kann man den Liquor im kurzen Arme steigen, und in den langen übertreten sehen; man darf also nur aufhören zu saugen, sobald er in den längern Arm hinüber zu fließen anfängt.

Anmerkung. Man bemerkt leicht, daß die Heber in Krümmungen aller Art gewunden seyn dürfen, ohne in der Wirkung eine Aenderung zu machen; wenn nur der in Wasser eingetauchte Schenkel keine Länge über 32 Schuhe, oder der in Quecksilber versenkte Schenkel keine Länge über 28 Zoll hat, (§. 12.) und kürzer ist, als der andere, welcher außerhalb dem Gefässe ist. — —

§. 18.

§. 18.

Aus dem einseitigen Drucke der Luft erklärt man sich leicht die Phönomene an verschiedenen belustigenden Geräthschaften, als am Sonnenheber; am würtenbergischen Heber; an der Fraterna caritas; an der Zaubertone; an dem Diabetes der Alten; an periodischen Springbrünnen; am magischen, oder Zaubertrichter u. s. m., welche alle nebst den damit verbundenen Erscheinungen in den öffentlichen Collegien vorgezeigt, und erklärt werden.

§. 19.

Pumpe. Eine Pumpe wird überhaupts jede Maschine genennt, wodurch eine flüßige Materie in einer Röhre, die man Stiefel heißt, mittelst Auf- und Niederdrücken eines an den Wänden des Stiefels fest anschließenden Stempels gehoben, oder gedrückt werden kann. In den meisten Fällen hebt man Wasser. Wird nun das Wasser bloß nach hydrostatischen Gesetzen durch den Druck der äußern Wassersäulen in den ins Wasser gesenkten Stiefel getrieben, und dann vom Stempel gehoben, so heißt man sie bloß hebende Pumpen; wird aber das Wasser durch den Druck der äußern Luft gehoben, nachdem durch das Aufziehen des Stempels im Stiefel die Luft verdünnet worden, so heißt sie Saugpumpe, oder Saugwerk. Jene Art Pumpen endlich, in welchen das in den Stiefel eingetrettene Wasser durch die Gewalt des Stempels in

andere

andere mit dem Stiefel seitwärts, oder aufwärts verbundene Röhren getrieben wird, heißen Druckwerke. Aus diesen drey Arten der einfachen Pumpen entstehen verschiedene zusammengesetzte Arten, deren einige zugleich saugen, und heben, andere saugen, und drücken, und wieder andere heben, saugen, und drücken; und es geschieht nur selten, daß man sich einer einfachen Pumpe bedient; gemeiniglich braucht man zusammengesetzte; selbst die gemeine Wasserpumpe, die unter allen die einfachste ist, verwandelt sich nach Umständen in ein Heb- und Saugwerk; ihr allgemeiner Gebrauch verdient eine besondere Erklärung, um desto mehr, weil sie uns zugleich als ein Beyspiel von den übrigen Heb- und Saugwerken dient.

§. 20.

Wasserpumpe. Die Röhre ABCD heißt der Stiefel; EF der Kolben, oder Stempel; die daranbefestigte Stange Ia die Kolbenstange; der Theil der Röhre über dem Stiefel ABHG, in welchem das Wasser bis an das Gußrohr G gehoben wird, heißt das Aufsatz-Rohr, oder die Steigröhre; die hin und her gehende Bewegung des Kolbens wird das Spiel desselben genannt. Bey dieser Wasserpumpe steht der Stiefel ABCD völlig unter Wasser. Die Absicht ist, das in der Tiefe befindliche Wasser, dessen Oberfläche bis AB reicht, durch das Spiel des Kolbens bis G zuheben, und daselbst in ein untergesetztes Gefäß zu gießen. Um diese Absicht zu erreichen,

Taf. I. Fig. 10.

Ihre Einrichtung und Gebrauch

reichen, muß der Kolben EF in der Mitte offen, die Oeffnung aber bey a mit einer Vorrichtung, die man Klappe, oder Ventil heißt, versehen seyn, wodurch zwar das Wasser hinaufgetrieben wird, aber nicht wieder in den untern Theil zurückfallen kann. — Mit einer ähnlichen Klappe b ist auch die untere Oeffnung des Stiefels CD versehen.

Erklärung davon.

Dadurch wird nun die verlangte Absicht auf folgende Art erreicht: Wenn der Stempel bis zu seinen tiefesten Stande ef niedergetrieben wird, so sucht sich das Wasser nach den Gesetzen der Hydrostatik im Stiefel eben so hoch, als es von außen steht, d. i. bis AB zu stellen. Es dringt also von unten durch CD ein, öffnet durch ihren Druck aufwärts die Klappen b, und a, und füllt den Stiefel bis AB. Wird nun der Kolben wieder aufgezogen, so drückt die über ihm stehende Wassersäule ABef die Klappe a zu, und wird daher mit dem Kolben zugleich in die Höhe gehoben. Solchergestalt entsteht unter dem Kolben oder Stempel ein leerer Raum, den das äußere Wasser, indem es nach den nämlichen hydrostatischen Gesetzen durch b hinauftritt, ausfüllt. Stoßt man hierauf den Stempel wieder nieder, so würde er das äußere Wasser wieder zurücktreiben; allein dieß hindert die Klappe b; das zwischen a, und b zusammengedrückte Wasser öffnet also die Klappe a, tritt über den Kolben, und vergrößert dadurch die Höhe der schon über ihm stehenden Wassersäule. Diese Wassersäule wird daher bey jedem Stempelzuge höher, weil die Klappe a nichts

von

von ihr wieder zurückfallen läßt. Endlich muß das Wasser den Ausguß G erreichen, und durch selben so lang ausfließen, als das Spiel desselben fortgesetzt wird. Schließen der Stempel, und die Klappe a recht fest, so bleibt die Wassersäule EFGH auch nach der Bewegung des Stempels stehen, und die Pumpe giebt das nächstemal gleich beym ersten Aufziehen des Stempels wieder Wasser.

Diese gemeine Wasserpumpe bleibt nur so lange eine einfache Hebpumpe, als lang der Kolben EF unter der Wasserfläche AB; sobald selber über diese aufsteigt, und ihm das Wasser nachfolgt, so geschieht dieß nicht mehr durch den Druck der äußern Wassersäulen, der es nur bis AB heben kann, sondern es wird dieß durch den Druck der äußern Luft bewirkt, nachdem der Stempel unter sich einen luftverdünnten Raum zurückläßt. Auf solche Weise verwandelt sich die gemeine Wasserpumpe schon in ein Saugwerk. Durch so eine gemeine Wasserpumpe kann man das Wasser nie aus großen Tiefen heben; dazu müßte, weil der Kolben stets unter Wasser bleiben muß, die Kolbenstange allzulange seyn. Man wird also bey einiger Tiefe des Wassers allemal lieber Saugwerke anlegen, die eine weit bequemere Einrichtung verstatten.

* Nöthige Bemerkungen über die Einrichtungen der Kolben, oder Stempeln, der Klappen, und Ventile kommen in den öffentlichen Vorlesungen vor.

§. 21.

Saugwerk; dessen Einrichtung.

Die vortheilhafteste Einrichtung eines Saugwerkes möchte wohl folgende seyn, wenn man die Pumpe aus zwo Röhren nämlich GCDH, oder dem Stiefel, und CIKD oder dem Saugrohre zusammengesetzt, welche beyde an ihren Randen CD mit dazwischen gelegten Ledern durch Schrauben fest zusammengepreßt sind. Soll die Pumpe reines Wasser geben, so wird unten im Saugrohre IK ein mit Löchern durchstochenes Blech, der Seicher, angebracht. Der Stiefel ist unten bey b, so wie auch der durchlöcherte Kolben bey a mit einer Klappe, oder einem Ventile versehen. Wenn das Saugrohr bis AB unter Wasser steht, so darf die senkrechte Höhe des Ventils b ober AB höchstens nur 28 Fuß betragen, damit der Luftkreis das Wasser noch 3 bis 4 Fuß über das Ventil b

Taf. I. Fig. II.

Gebrauch.

hinauftreiben könne. — Steht nun der Kolben in seiner niedersten Stelle in unmittelbarer Berührung mit dem Ventile b (außer dieser unmittelbaren Berührung bleibt zwischen beyden Luft, die dem aufsteigenden Wasser um so mehr hinderlich, als größer der Zwischenraum ist, daher heißt dieser der schädliche Raum) und zieht man ihn von da aus etwa 4 Fuß hoch in die Höhe, so stoßt die im Saugrohre befindliche Luft vermög ihrer Schnellkraft das Ventil b auf, und verbreitet sich durch den ganzen Raum, der durch Aufziehen des Kolbens entstanden ist. Es wird also dadurch die Luft in der Saugröhre verdünnert, mithin ihr Druck auf die innere Wasserfläche AB schwächer, als der Druck der

äußern

äußern Luft auf die Wasserfläche außer der Saugröhre; und so treibt die äußere Luft durch 1K so viel Wasser hinein, bis das Gewicht der eingetretenen Wassersäule, und der eingeschlossenen Luft zusammen dem Drucke des Luftkreises gleich ist. — Wird nun der Stempel wieder heruntergetrieben, so drückt er die Luft aus dem Stiefel gegen das Saugrohr; diese schließt aber das Ventil b, drückt hingegen das Kolben-Ventil auf, und tritt durch dasselbe über den Kolben hinauf. Bey dem zweyten und nachfolgenden Kolbenzügen geschieht eben das nämliche, und so muß bey jedem neuen Zuge das Wasser im Saugrohre höher steigen, und endlich durch das Ventil b in den Stiefel tretten, wo es dann weiter durch den Kolben, wie bey der gemeinen Wasserpumpe bis zum Gußrohre G gehoben wird. — Wenn das Gußrohr unmittelbar über dem höchsten Stande des Kolbens liegt, wie in der Figur bey G, so ist die ganze Maschine ein bloßes Saugwerk, und heißt in der Sprache des Bergbaues ein niederer Satz. Durch einen solchen Satz kann das Wasser nie höher, als 15 Ellen über seine natürliche Stelle erhoben werden. Weil aber diese Höhe für die meisten Absichten zu gering ist, so pflegt man auf den Stiefel GCDH noch ein Aufsatz- oder Steigrohr von ziemlicher Höhe zu setzen, an dessen obern Ende erst das Gußrohr G angebracht wird. Diese Einrichtung heißt beym Bergbau ein hoher Satz. Sie hebt das Wasser 39 bis 42 Ellen hoch durch den Zug des Kolbens, und ist also schon

zu den vereinbarten Heb- und Saugpumpen zu-zählen. Durch mehrere solche übersetzte Kunstzeuge läßt sich das Wasser bis an 200 Klafter hoch aus der Tiefe herausheben.

§. 22.

Druck-werk.

Insoweit bey der gemeinen Wasserpumpe (§. 20.) und bey dem Saugwerk (§. vorig.) das in dem Saugrohre vorfindige Wasser mittelst des niedergedrückten Kolbens durch dessen Ventil a über den Kolben hinaufgedrückt wird, können diese Vorrichtungen schon als Druckwerke betrachtet werden.

Die Einrichtung aber eines eigentlichen Druckwerkes ist folgende.

Taf. II. Fig. I.

Steht die Steigröhre seitwärts am Stiefel, wie FDGH, so wird an den Stiefel ABCD, der wegen der großen Gewalt, die er auszustehen hat, gewöhnlich von Metall ist, seitwärts bey FD zugleich eine kurze Röhre mit demselben aus einem Stücke gegossen, an diese eine andere aufwärts gekrümmte, die man Gurgel heißt, angeschraubt; und mit der Gurgel werden dann die folgenden Stücke der Steigröhre ebenfalls mit Schrauben verbunden. Hiebey ist der Kolben oder Stempel massiv, und ohne Oeffnung. Das Ventil a läßt das Wasser zwar von unten herauf in die Steigröhre GH, aber nicht wieder zurück. Beym Herabstossen des Kolbens von AB bis EF schließt sich das Ventil b im Boden, und das Wasser im

Raume

Raume ABCD wird durch den Druck genöthiget, sich das Ventil a zu öffnen, und in die Steigröhre hinaufzutretten. Diese Einrichtung kann ebenfalls entweder mit einem Saugwerke verbunden seyn, um das Wasser aus der Tiefe herauf durch b in den Stiefel zu ziehen, oder es kann der Stiefel selbst unter Wasser stehen, so daß bey aufgezogenen Kolben das Wasser nach bloß hydrostatischen Gesetzen durch b in die Höhe tritt, wie bey der gemeinen **Wasserpumpe.** Jenes ist ein vereinbartes Saug- und **Druckwerk**; dieses die eigentlich sogenannte **Druckpumpe.**

Da aber bey dieser Einrichtung der Kolben nur im Herabsteigen das Wasser in der Steigröhre höher hinaufpreßt, im Hinaufziehen aber einen Stillstand veranlaßt, so pflegt man insgemein die Kolben zweyer **Druckwerke** so miteinander zu verbinden, daß der eine steigt, indem der andere sinkt, mithin der eine in der Zeit Wasser schöpft, in welcher der andere es hinaufdrückt. Es können beyde Stiefel mit einer, und ebenderselben gemeinschäftlichen Steigröhre, oder einem Gefäße GHIK zusammenhangen, wobey doch jeder seine eigene Gurgel, und Ventil haben muß. Beyde Gurgeln bilden eine sogenannte Gabel, durch die sie sich in eine gemeinschaftliche Steigröhre vereinigen. — Taf. II. Fig. 2.

Diese Einrichtung nennt man ein doppeltes **Druckwerk.**

§. 23.

§. 23.

Feuer-spritzen.

Man kann bey den Druckwerken auch die Absicht haben, das Wasser nicht nur zum Steigen zu bringen, sondern dasselbe auch durch die obere Mündung des Steigrohres mit einer großen Geschwindigkeit hervordringen zu lassen, damit es noch in freyer Luft auf eine große Höhe, oder Weite fortgehen möge. Dieß ist die Absicht bey allen Spritzen, vorzüglich bey den Feuerspritzen. Man braucht daher zu denselben Druckwerke, woran statt der Aufsatzröhre ein beweglichers, und etwas engers Gußrohr angebracht ist. Ist ein einfaches Druckwerk so dazu eingerichtet, daß es eine einzige Person leicht regieren kann, so heißt es eine Handspritze. Große Feuerspritzen sind gemeiniglich doppelte Druckwerke, derer Gurgeln, oder Kopfröhren sich in ein einziges Gußrohr vereinigen. Bey diesen spritzt zwar der andere Kolben, während dem der erste aufgezogen wird; es entsteht aber doch allemal eine Pause in dem Zeitpunkte, da die Kolben zu wechseln anfangen. Daher heißen sie Stoßspritzen. Um diese Pause zu vermeiden, versieht man die Feuerspritzen, statt des Gefäßes GHIK in der vorigen Figur, mit dem Windkessel, einem kupfernen luftdichten Gefäße AB, in welches die Gurgeln GH beyder Stiefeln gehen, und mit dessen unterm Theile das Gußrohr CD verbunden ist. Das in dieß Gefäß getriebene Wasser preßt die Luft in dem obern Theil desselben zusammen, und diese drückt dann vermög ihrer Elasticität das Wasser zum Gußrohr

Taf. II. Fig. 3.

rohr CD heraus. Weil dieser Druck nicht gleich ganz aufhört, wenn auch ein paar Augenblicke lang kein neues Wasser in den Windkessel kömmt, so wird dadurch die Pause vermieden, die sonst beym Wechsel der Kolben entsteht. Ist das Gußrohr ganz von Metall, und nur mit Gelenken zur Richtung versehen, so heißt die Maschine eine Giebelspritze; besteht es aber aus einem ledernen Schlauche, der nur am Ende ein kleines metallenes Rohr hat, so erhält sie den Namen einer Schlauch = oder Schlangenspritze. Diese Schläuche gewähren den schätzbarsten Vortheil, daß man sie, wenn die Spritze vor dem Hause steht, die Treppen hinauf, in die Zimmer, durch Fenster hinein, oder heraus u. s. w. führen, und so bey entstandener Feuersbrunst das Wasser an Orte leiten kann, die für eine Giebelspritze unzugängig seyn würden.

* Eine Cylinderröhre, die mit einem passenden Stempel versehen, aber kein Ventil hat, heißt eine gemeine Handspritze; um sie mit Wasser zu füllen, wird ihre untere kleine Oeffnung ins Wasser gesetzt, und dann der Stempel aufgezogen; das Wasser steigt, wie in der Saugpumpe, mit dem Stempel, des luftleeren Raumes wegen, in die Höhe, und der Druck der äußern Luft hindert das Ausfließen desselben durch die kleine Oeffnung; durch den Druck einer äußern Kraft auf den Stempel wird das Wasser wieder zur kleinen Oeffnung gleich einer Fontaine weggetrieben.

§. 24.

Spring-brünne.

Die Springbrünnen sind künstliche Veranstaltungen, durch welche Wasser, und andere Liquoren aus Oeffnungen von Röhren so hervorgetrieben werden, daß es mit seiner erlangten Geschwindigkeit noch in freyer Luft aufsteigen, oder springen muß. Im weitläuftigsten Sinne könnte man auch die Feuerspritzen hieher rechnen (§. vorig.); gewöhnlich aber werden unter Springbrünnen nur die zum Vergnügen angelegte Springwässer verstanden, welche nicht von Menschen in Bewegung gesetzt, sondern durch andere Kräfte getrieben werden.

Man kann das Wasser an diesen künstlichen Veranstaltungen, oder

A) durch sein eigenes Gewicht in communicirenden Röhren, oder

B) durch Druckwerke, oder endlich

C) mittelst der Luft zum Springen nöthigen.

§. 25.

A) Durch das Gewicht des Wassers selbst in Comunicationsröhren.

Taf. II. Fig. 4.

Setzt man das Springrohr AB mit einem höher liegenden Wasserbehälter CD durch eine Communicationsröhre in Verbindung, und erhält den Behälter stäts angefüllt, so sollte das Wasser nach hydrostatischen Gesetzen (I. Th. §. 132.) aus der Oeffnung des Springrohrs F bis in die verlängerte Horizontalebene CD hinaufspringen, wenn sich nicht der freye Wasserstrahl F aus Mangel der Seitenwände zertheilen, und tropfenweise zurückfallen müßte,

durch

durch welches Zurückfallen, so wie auch vom Widerstande der Luft, und der Reibung an der Oeffnung F, das aufsteigende Wasser gehindert, nie ganz zu gleicher Höhe mit CD gelangen kann. — — Nach Mariotte's Versuchen vorausgesetzt, daß das Wasser durch gleiche Oeffnungen springt, ist bey der

Wasserhöhe	Die Höhe des Strahls
von 5 Fuß 1 Zoll.	5 Fuß 0 Zoll.
10 — 4 —	10 — 0 —
15 — 9 —	15 — 0 —
20 — 16 —	20 — 0 —
25 — 25 —	25 — 0 —
30 — 36 —	30 — 0 —
35 — 49 —	35 — 0 —
40 — 64 —	40 — 0 —
u. s. w.	

Es beträgt also der Unterschied zwischen der Wasserhöhe, und der Strahlhöhe bey einer Wasserhöhe von 5 Fuß nur 1 Zoll, bey 10 Fuß Höhe wird er also 4 Zoll, bey 15 Fuß Höhe 9 Zoll, bey 20 Fuß Höhe 16 Zoll seyn u. s. w. Es ist aber bey dieser Regel vorausgesetzt, daß die Oeffnung gerade das nämliche Maaß habe, bey welchem der Strahl am höchsten steigt. Ist die Oeffnung zu eng, so ist die Reibung stärker, ist sie dagegen zu weit, so wird die Höhe des Strahls durch den Widerstand der Luft, und durch das zurückfallende Wasser zu stark vermindert. Es giebt daher für jede Wasserhöhe eine gewisse Größe der Oeffnung, bey welcher die

Höhe des Strahls am größten ist, und für diese gilt die angegebene Tabelle. Mariotte fand, daß bey einer Wasserhöhe von 24 Fuß 5 Zoll die Höhe des Strahls am größten sey, nämlich 22 Fuß 10 Zoll betrage, wenn der Durchmesser der Oeffnung 6 Linien hatte, bey 4 Linien Durchmesser war der Strahl um 1½ Zoll, und bey 3 Linien um 8 Zoll niedriger. — — Gravesande hat auch gefunden, daß das Wasser durch konisch geendigte Springröhren wegen viel stärkerer Friction nicht so hoch, und nicht so regelmäßig springe, als durch cylindrische, die am obern Ende mit einer durchlöcherten Metallplatte geschlossen sind.

* Zu dieser Art Springbrünnen gehört im Kleinen auch der springende Heber, und Wolfs Springbrunn, der, wenn er ausgelaufen ist, wie eine Sanduhr umgekehrt wird, und so von neuem springt. Die Versuche damit werden in den öffentlichen Vorlesungen angestellt.

§. 26.

B) Durch Druckwerke.

Durch besonders dazu bestimmte Druckwerke läßt sich das Wasser auf erstaunliche Höhen treiben, wenn die drückende Kraft hiezu eine genugsame Gewalt hat. Vereinigt man die Leitröhren mehrerer Druckpumpen in ein einziges Aufsatzrohr, so lassen sich aus der Oeffnung des letztern Wasserstrahlen von erstaunlichen Umfange auf beträchtliche Höhen heraustreiben. Ihre Einrichtung ist ganz die nämliche, wie bey den Feuerspritzen; nur werden dabey

bey andere mechanische Kräfte zum Auf- und Abziehen der Kolben in den besonders dazu eingerichteten Brunnstuben in Anwendung gebracht.

§. 27.

Kleine bewegliche Springbrünnen durch den Druck der Luft zu treiben, verstanden schon die Alten, sie erklärten aber die Wirkung irrig aus der Vermeidung des leeren Raumes. Nebst dem Heronsballe, und Heronsbrunnen, die ich schon im 9 und 10ten §. bey der Erklärung ihrer Wirkungen anbemerkt habe, verdienen einige davon umständlicher angeführt zu werden. C) Mittel der Luft.

a) Der Brunnen des Herrn **Kirchers**, welcher aus einer Cylinderröhre A B besteht, woran die Röhren B C, und E D angeschmolzen sind; an der Röhre B C geht ein angeschmolzenes Springröhrchen in die Cylinderröhre hinein, aus der Röhre A B aber kann das Wasser durch E D abfließen. Hebt man nun die Röhre A B über ein Kohlenfeuer, daß sich die Luft darinn verdünnet, und setzt sodann den Theil A B C in frisches Wasser, so wird das Wasser durch den Druck der äußern Luft durch die Röhre C B in die Röhre A B hineinfließen, bis die eingeschlossene Luft wieder so dicht, als die äußere ist, z. B. bis F G. Wird sodann diese Zurichtung senkrecht gehalten, so läuft das Wasser von G bis B durch die Oeffnung E D ab; die Luft, welche vorhin in A F war, breitet sich wieder bis B aus, wird also wieder dünner, Kirchersbrunnen. Taf. II. Fig. 5

als

als die äußere Luft ist. Daher muß durch den stärkern Druck der äußern Luft das Wasser aus dem Gefäße IH durch das Springröhrchen bis A in die Höhe springen, und das so lange, als die Röhre BC im Wasser versenkt bleibt; das zurückfallende Wasser läuft durch die Röhre ED immerzu wieder ab. — Beym Mangel der Kohlen kann man noch bequemer die Rohre AB durch die Oeffnung C, oder D bis GF mit einem Mund voll Wasser füllen.

Eine andere Art Springbrunnen. Taf. II. Fig. 6.

b) Wenn man die Röhre AB mit Wasser füllt, bis die Kugel C voll Wasser wird, und sodann die ganze gekrümmte Röhre umgekehrt hält, bis das Wasser aus C in die Kugel D abgelaufen ist, darnach wieder aufrecht stellt, und in die Röhre AB wieder Wasser gießt, so wird das Wasser FBC mittelst seines Gewichtes die Luft zwischen C und D zusammendrücken, mithin ihren Druck auf die Wasserfläche a in der Kugel D stärker machen, als der Druck der äußern Luft auf die Oeffnung E, und deßwegen muß das Wasser bey der Oeffnung E herausspringen, so lange der Druck der Luft auf a stärker ist, als der auf E. Weil aber das Wasser, welches aus E hervorspringt, wieder in das Gefäß A zurückfällt, mithin die Wassersäule FB immer höher bleibt, als C, folglich auch die Luft zwischen C, und A anhaltend zusammengedrückt wird, so muß nothwendig alles Wasser im Gefäße D bey der Springröhre E herausspringen, und zwar desto höher, je höher die Wassersäule FB ist.

c) Man

c) Man kann auch das Wasser zum Springen nöthigen, wenn die Luft ober einem Wasser durch Wärme ausgedehnt, mithin ihr Druck stärker wird, als der Druck der äußern Luft. Z. B.

Man füllt das Gefäß ABCD durch die Oeffnung L, die man aber nachher wieder wohl verschließt, bis H mit Wasser; dessen Springrohr KI reicht fast bis an den Boden CD, welcher mit dem untern leeren Gefäße CDEF durch die Röhre HG in Verbindung steht. Setzt man EF über Kohlen, so wird die Luft im untern Gefäße stark ausgedehnt, dringt durch GH ins obere, und treibt das Wasser, wie beym Heronsballe, wenn selber halb mit Wasser gefüllt, über Kohlenfeuer, oder angezundenen Weingeist gesetzt wird, durch IK heraus. Taf. III. Fig. 1.

d) Füllt man die gläserne Kugel D durch die daran befindliche Röhre C bis etwa ab mit Weingeist, verstopft alsdann die untere Oeffnung der Röhre C, und setzt sie umgekehrt auf einen dazu schicklichen Fuß. An der Seite der Röhre gehen zwey enge, aufwärts gekrümmte Glasröhren heraus, durch welche der Weingeist, weil er in der Kugel höher steht, auslauft, und in die darunter befestigten meßingern Schüßchen AB hinabfließt. Zündet man ihn nun hier an, so wird durch die Hitze der Flamme die Luft im obern Theile der Kugel ausgedehnt, treibt den Weingeist, der sich beym Durchgange entzündet, mit Gewalt in die Höhe, und bildet im Dunkeln eine ganz artige Taf. III. Fig. 2.

blau-

blaulichte Feuerfontaine, die wir noch viel anschaulicher am Heronsballe vorstellen können, wenn wir selben statt Wasser (§. 10. 2. Vers.) mit Weingeist füllen, über Kohlenfeuer setzen, unter der Spitze der Steigröhre ein Schüßchen anschrauben, und den darein gegossenen Weingeist anzünden. — Wird der Weingeist mit Sedativsalz versetzt, so erscheint uns die Feuerfontaine grün.

§. 28.

Ventilatoren.

Diesen Namen gab D. Hales einer von ihm erfundenen Maschine, durch welche man aus eingeschlossenen Räumen, z. B. Krankenzimmern, Hospitälern, auf Schiffen u. d. gl., die durch Athmen, und Ausdünsten verdorbene Luft hinwegschaffen, und frische Luft an ihre Stelle bringen kann. Eine von dem Herrn de Lyle de St. Martin (Magazin für das Neueste aus der Physik, und Naturgeschichte vom Lichtenberg, und Voigt VI. B. I. St. S. 81.) angegebene Einrichtung eines sehr einfachen, und gemeinnützigen Ventilators verdient angeführt zu werden: VT ist die vertikale Röhre, durch welche die Luft ausfährt; ABCD die Mündung dieser Röhre; ABLP der untere; NMQ der obere Hut; R der Kasten, in dem sich die untere Oeffnung der verticalen Röhre VT befindet; SSS sind Oeffnungen an denselben, die durch Schieber nach Belieben bald mehr, bald weniger geöffnet, oder geschlossen werden können. Die Größe der Maschine richtet sich ganz allein nach den Durchmesser der Oeff-

Taf. III. Fig. 3.

nung

nung A B C D. Ist diese einmal festgesetzt, so verhält sich die Größe, die Form, und die Lage der Theile gegeneinander, wie folgt: B F = B L = 1 $\frac{1}{2}$ A B; F L = A B. Zur Bildung des obern Huts wird auf dem verlängerten Durchmesser A B ein Punkt M angenommen, dessen Entfernung von B = 1 $\frac{1}{4}$ A B; auf B wird eine Perpendikulärlinie N B = A B errichtet. Dieser obere Hut wird durch 4 Streben, wie hier M O an den untern befestigt. Wenn sich der Kasten R im Zimmer befindet, und die Röhre V T mit den beyden Hüten in die freye Luft hinausgeht, so wird erstens durch den obern Hut bewirkt, daß der Regen nicht in die Röhre V T eindringen könne, und daß zweytens ein beständiges Ausströmen der Luft aus dem Zimmer durch die Röhre V T erfolge; denn die wärmere, und leichtere Luft des Zimmers steigt durch V T auf, schlägt gegen N an, und wird durch die Form der Hüte so abgeleitet, daß daraus ein Luftzug zwischen beyden Hüten entsteht. Durch diesen Luftzug wird nach der Erklärung des Erfinders der Druck der Atmosphäre auf die Oeffnung A B C D in etwas geschwächt, welches macht, daß das Ausströmen der elastischen Luft des Zimmers ununterbrochen fortdaure. Man kann sich durch die Erfahrung hievon überzeugen, wenn man die Schieber S S verschließt, und durch eine dieser Oeffnungen S ein offenes Rohr, wie T Z einsetzt, und an dessen Ende T eine Lichtflamme stellt; denn wenn man alsdann durch Blasen einen Luftzug zwischen beyden Hüten bewirkt, so wird die

Flamme sogleich in die Oeffnung der Röhre hineingetrieben, welches ein deutlicher Beweis des Einströmens der Luft durch die Röhre ist.

So einfach dieses Geräthschaft, und so viele Vorzüge selbes an ihrer Bequemlichkeit, und geringen Kösten vor andern hat, welche erst durch Beyhilfe anderer Kräften wirken können; so scheint mir doch jene Vorrichtung eines Ventilators, welche Cavallo (Abhandlungen über die Natur, und Eigenschaften der Luft) aus einer englischen Schrift mit nachfolgenden guten Bemerkungen angeführt hat, unter allen die wohlfeilste, und anwendbareste zu seyn:

„Man kann aus einer Oeffnung in oder nahe „bey der Decke des Zimmers eine kleine Röhre entweder bis an die Spitze des Gebäudes hinauf„führen, oder ihr sonst eine Verbindung mit der „äußern Luft geben. Sobald das Feuer einige „Theile der Luft im Zimmer erwärmet hat, dehnen „sich diese sogleich aus, und steigen in die Höhe — „andere nach und nach erwärmte, und verdünnte „Theile drücken alsdann nach, und treiben die leich„testen Theile durch die Oeffnung in der Decke „hinaus; dadurch wird die verdorbne Luft nach, „und nach hinweggeschafft, ohne daß sie wieder „in die niedern Gegenden herabkommen kann. Um „aber frische Luft ins Zimmer zu bringen, mache „man noch eine andere Oeffnung in der Decke, „und verbinde dieselbe mit einer engen Röhre, „welche auf die äußere Seite der Mauer, oder in

„einen

„ einen andern schicklichen Theil des Gebäudes ge-
„ führt, hier aber umgebogen, und niederwärts bis
„ an den Erdboden geleitet wird. Hiedurch wird
„ die kalte, und dichte äußere Luft nahe an den
„ Erdboden in die untere Oeffnung der Röhre ge-
„ trieben, und steigt in eben dem Maaße ins Zim-
„ mer auf, in welchem die wärmere Luft durch je-
„ nes Zugrohr in die höhern Gegenden entweicht.
„ Diese schwerere Luft sinkt, sobald sie ins Zimmer
„ kömmt, durch ihr Gewicht gegen den Boden her-
„ ab, vermischt sich während des Falls nach und
„ nach mit der wärmern; und wird dadurch so
„ gleichförmig durch das Zimmer vertheilt, daß sie
„ die Lichter, und Personen nur unmerklich erreicht,
„ ohne die Unbequemlichkeit zu verursachen, denen
„ man sich bey den gewöhnlichen Wegen, frische Luft
„ einzulassen, unterwerfen muß. Wäre die Zug-
„ röhre näher am Boden des Zimmers angebracht,
„ so würde die Luft in einem und ununterbrochenen
„ Zuge gegen das Feuer zugehen, sie würde die
„ Schenkel, und untern Theile des Körpers der im
„ Zimmer befindlichen Personen treffen, und eine
„ unangenehme, und schädliche Verkältung veran-
„ lassen. Auf die beschriebene Art aber kann man
„ dem Zimmer mit geringen Kosten eine gleichför-
„ mige, und mäßige Wärme geben, ohne auf einer
„ Seite die Gesundheit ihrer Bewohner durch das
„ Einathmen einer stagnirenden, und faulenden Luft
„ in Gefahr zu setzen, oder auf der andern ihnen
„ Erkältungen, und rhevmatische Zustände zuzuzie-

„hen.“ — In wärmern Ländern, oder im Sommer, wo nicht geheizt wird, läßt sich gegen den gewöhnlichen Radventilator im Fenster nichts einwenden; seine Einrichtung ist sehr einfach, und er ist ein sicheres, und wirksames Mittel, die Luft der Zimmer in dieser Jahreszeit angenehm und gesund zu erhalten.

§. 29.

Aerostat. **Aerostat, Luftball** ist eine Geräthschaft, welche in der uns umgebenden Luft von selbst aufsteigt, auch wohl Menschen, und beträchtliche Lasten mit sich erhebt. Die Erfindung der Aerostaten ist unstreitig eine der größten Entdeckungen der neuern Zeiten des 18ten Jahrhunderts. — Die Lehre vom Drucke der Luft nach hydrostatischen Gesetzen (§. 13.) gewährt dem Naturforscher volle Ueberzeugung von der Allgemeinheit des Satzes, daß jeder feste Körper in der Luft soviel von seinem Gewichte verliere, als die Luft wiegt, die er aus der Stelle treibt; daß sie mithin auch, wie ein Stück Holz im Wasser, in der Luft emporgetrieben werden, wenn ihr Gewicht kleiner ist, als jenes der Luft, deren Raum sie einnehmen. — Da nun aber alle bekannte feste Körper für sich allein mehr wiegen, als die Luft, die sie aus der Stelle getrieben, mithin für sich in selber nicht schwimmen können, so müssen die festen Körper, um in der Luft aufsteigen zu können, von sich selbst nicht zu schwer, hohl,

und

und mit etwas angefüllt seyn, das leichter, als Luft ist. Alles kömmt hiebey auf die Wahl eines schicklichen, festen Körpers, und einer sehr leichten flüßigen Materie an. Zum festen wird eine weiche biegsame Hühle gewählt, aus welcher die gemeine Luft leicht weggetrieben, und an ihre Stelle eine leichtere Materie gebracht werden kann, z. B. Goldschlagerhaut, Taffet, Papier, Leinwand, u. d. gl.; metallene Hühlen würden viel zu schwer seyn. In dieser biegsamen, und weichen Hühle muß die eingeschlossene flüßige Materie eine gleiche, absolute Elasticität mit der äußern Luft haben, weil sonst der Druck der letztern die biegsame Hühle zusammendrücken, und das darinn enthaltene leichtere Flüßige heraustreiben würde. Daher muß man eine solche flüßige Materie nehmen, welche bey einer geringern Schwere, oder Dichte dennoch gleiche absolute Elasticität mit der gemeinen Luft hat, d. h. eine Materie, welche von größerer spezifischer Elasticität ist. Es muß also eine elastische, flüßige Materie, ein Gas, eine Luftart seyn, welche leichter, als die atmosphärische Luft ist.

§. 30.

Erhitzte Luft sowohl, als **brennbares Gas** (von dem ich weiter unten handeln werde) besitzen diese Eigenschaft; die erste wird durch die Wärme um das Drittel ihres gewöhnlichen Volumens ausgedehnt, mithin spezifisch leichter, und elastischer gemacht. Das brennbare Gas ist nach der gemeinen

meinen Methode bereitet 5 — 7mal leichter, als die gemeine. Beyde Materien werden also geschickt seyn, papierene, seidene, und vorzüglich aus Goldschlagerhäuten verfertigte Hühlen, oder Bälle, welche damit angefüllet sind, in der atmosphärischen Luft zum Steigen zu bringen.

§. 31.

Nach den hydrostatischen Gesetzen muß jeder Aerostat eine bestimmte Größe haben, um soviel Luft aus dem Wege zuräumen, als nothwendig ist, ihm das Gleichgewicht zuhalten, und durch einen kleinen Ueberrest des Luftgewichtes denselben in die Höhe zutreiben. Herr **Lichtenberg** hat deßwegen (in seinem göttingischen Magazin, 3. Jahrg. 5. Stück) eine Tabelle angegeben, in welcher der möglichst kleinste Durchmesser eines Luftballes von gegebenen Zeugen, der mit brennbarer Luft gefüllt in der gemeinen Luft zuschweben im Stande ist, berechnet ist. So z. B. wäre der Durchmesser der kleinsten Kugel, die mit brennbarer Luft in der gemeinen Luft gerade schweben könnte:

	Fuß.	Zoll.	Lin.
Aus engl. Seidenpapier verfertiget .	0	5	0
— gemeinem Postpapier . .	0	9	2
— französischem Zeichenpapier .	1	11	11
— englischem Wachstaffet . .	3	0	4
— Kartenpapier	4	1	6

u. s. w.

Werden

Werden nun die Durchmesser größer genommen, so müssen die Kugeln steigen, und im Verhältniß ihrer Größe werden sie auch größere Lasten, die man ihnen anhängt, mit sich empor heben. — Zu so kleinen Bällen, die mit brennbarem Gase gefüllt werden, ist unstreitig die Goldschlagerhaut die bequemste. Es ist dieß das innere, von den Ochsendärmen abgezogene Häutchen, welches vom Fett gereiniget, auf einen Rahmen gespannt, getrocknet, mit Bimstein abgerieben, und zum Gebrauche der Goldschläger noch mit einem Firniß überzogen wird. Solche Bälle, dergleichen man in Paris schon mehrere von 6 bis 8 Zoll im Durchmesser aufsteigen ließ, sind eines sehr geringen spezifischen Gewichtes, und verhindern ihrer Dichte wegen vor andern das Commerz zwischen der brennbaren, und äußern Luft. Bey großen Luftbällen mißrathen die großen Kösten den Gebrauch der Goldschlagerhäutchen.

§. 32.

Bälle mit erhizter Luft lassen sich so klein nicht machen; denn rechnet man darauf, daß die Luft durch die Hitze um ein Drittel ausgedehnt werde, die brennbare hingegen 7mal leichter, als die atmosphärische sey, so wird der Durchmesser der kleinsten möglichen schwebenden, oder steigenden Kugel mehr dann 2mal größer seyn müssen, als jener des mit brennbarer Luft schwebenden, oder steigenden Aerostaten. Zu kleinen Bällen mit verdünnter Luft ist unstreitig das Papier die vortheilhafteste Materie.

Da

Da aber der Durchmesser des kleinsten Balles vom stärkern Papiere für brennbare Luft 2 Schuhe halten muß, so muß er für verdünnte Luft etwa 5 Schuhe, und um steigen zu können, 6 — 7 Schuhe halten.

* Aerostaten zu verfertigen, und sie mit brennlicher sowohl, als erhitzter Luft zufüllen, werde ich in den Vorlesungen praktisch zeigen, und einen von Goldschlaghäutchen zu 2 Schuhe im Durchmesser mit brennbarer Luft, den andern von Papier zu 6 Schuh mit erhitzter Luft steigen lassen.

§. 33.

Barometer.

Bald nach den ersten Versuchen an der torricellischen Röhre (§. 12.) bemerkte man überall, wo selbe mit Fleiße, und Aufmerksamkeit wiederholet wurden, daß die Höhe des Queckſilbers, so wie nicht an allen Orten, (§. 13.) eben auch nicht zu allen Zeiten immer einerley, sondern bis auf eine gewisse Gränze zwischen 3 Zoll bald größer, bald kleiner sey. Daraus schloß man mit Grunde, daß in der Atmosphäre Ursachen wirksam seyen, die den Druck der Luft veränderlich machen. Solche Ursachen sind **Wärme, Kälte, Verbindung mit wässerichten Feuchtigkeiten, und mit allerhand dampfförmigen, und luftartigen Stoffen u. s. w.**; denn diese verändern die spezifische Schwere, und Elasticität der Luft, mithin auch den davon herrührenden Druck. Weil also die torricellische Röhre den Druck der Luft durch die damit correspondirende

Queck-

Quecksilbersäule anzeigt, so hat man ihr den Namen des Barometers, Baroscops gegeben; und weil mit der Veränderung des Druckes der Luft gewöhnlich eine Aenderung der Witterung verbunden ist, so nannte man es auch Wetterglas.

§. 34.

Dessen Einrichtung.

Nachdem man nun angefangen hat, sich dieser torricellischen Röhre allgemein zu Versuchen verschiedener Art zubedienen, so suchte man selber auch von Zeit zu Zeit eine bessere, und bequemere Einrichtung zu geben. Die erstern Einrichtungen desselben bestanden darinn, daß man oder unten an die Röhre A B ein hölzernes, oder beineres Gefäß C für das Queckſilber, worinn die Röhre steht, anbrachte; oder die Röhre unten wieder aufwärts krümmte, und die Höhe der Queckſilbersäule durch die senkrechte Entfernung der Oberfläche des Queckſilbers im langen Schenkel von jener im kurzen Schenkel, d. h. durch die Säule A B, mäßte; denn es ist klar, daß das unter B stehende Queckſilber nämlich B D nicht durch den Druck der Luft, sondern durch die Queckſilbersäule B D in seiner Höhe erhalten wird. Der Maaßstab dazu wurde gleich an dem Brette angebracht, worauf das Barometer befestigt ist, und nur oben in seine Zolle, und Linien eingetheilt, weil die obere Fläche des Queckſilbers an den nämlichen Orten nie außer dieser Scale zu stehen kömmt. Da aber das Queckſilber, wenn es in der längern Röhre wegen dem

Taf. III. Fig. 4.

Taf. III. Fig. 5.

vermin-

verminderten Druck der Atmosphäre z. B. um 1 Zoll sinken sollte, in diesem kürzern Schenkel steigt, und nun hier wieder um soviel mittelst eigener Schwere zurückwirkt, folglich das in der längern Röhre befindliche Queckſilber nur um ½ Zoll sinken läßt, so fand man den auffallenden Fehler, daß so ein Barometer die Höhe des Queckſilbers bey dem Fallen desſelben immer zu groß, und bey dem Steigen immer zu klein angebe, mithin an seiner Empfindlichkeit verliere. Deßwegen gab man diese Einrichtung wieder auf, und brachte an dem kürzern Schenkel B ein weites, kugelförmiges Behältniß C an, dessen Weite sich zur Weite der Röhre wenigst wie 10 : 1 verhält, damit das in der längern Röhre A herabfallende Queckſilber, sobald es in den kürzern hinübertritt, sich in einen weitern Raum ausbreiten, und in der Kugel die Höhe desſelben nicht merklich vermehren, mithin auf das Fallen, oder Steigen in der langen Röhre keinen merkbaren Einfluß haben möchte. Je weiter die Kugel des kürzern Schenkels in Vergleichung des längern ist, um desto weniger wird das Niveau der Queckſilberfläche in dieser Kugel durch das Steigen, und Fallen des Queckſilbers im längern Schenkel erniedriget, oder erhöhet. — Um die gewöhnlichen Beobachtungen hat zwar dieses Barometer ihre Verdienste; zu ganz genauen Beobachtungen aber, und zu solchen Versuchen, wo das Fallen des Queckſilbers sehr beträchtlich ist, als bey Höhemeſſungen findet dessen Gebrauch nicht sicher statt, wenn man die Scale nicht beweglich

Taf. III. Fig. 6.

macht,

macht, weil dabey der Punkt doch immer veränderlich bleibt, von welchem an jederzeit gemessen werden muß.

Ein Genfer Naturforscher, Namens de Lüc, gieng daher zu der erstern einfachen Einrichtung dieses Instrumentes zurück, und zeigte, daß das Barometer mit nach oben zu gekrümmten gleich weiten, paralelllaufenden Schenkeln, oder das sogenannte heberförmige, oder Heber-Barometer alle Vorzüge besässe, und daß durch die gehörige Einrichtung desselben der vorhin genannte Fehler, daß es nämlich die Höhe des Queckſilbers beym Fallen zu groß, und beym Steigen zu klein angiebt, völlig gehoben werde, wenn man nämlich seine Eintheilungen jedem Schenkel giebt, die von einerley Horizontallinie anfangen, und in dem längern Schenkel aufwärts, im kürzern aber meistens abwärts gezählt werden. Will man demnach an so einem eingerichteten Instrumente die wahre Höhe des Queckſilbers, oder den Abstand der Oberflächen des Queckſilbers in beyden Schenkeln wissen, so muß man zu derjenigen Zahl, welche die Oberfläche des Queckſilbers in dem längern Schenkel anzeigt, die untere Zahl, woran das Queckſilber im kürzern Schenkel steht, addiren. Denn steigt das Queckſilber in dem langen Schenkel um 2 Linien, so muß es in dem kürzern, und eben so weiten Schenkel nothwendig um 2 Linien fallen, mithin müssen beyde Oberflächen des Queckſilbers um 4 Linien weiter, als vorhin

Taf. III. Fig. 7.

von-

voneinander entfernt seyn, d. i. die wahre Höhe muß um 4 Linien mehr betragen, als vorhin. Steht das Queckſilber alſo auf einem Berge in I auf 18, und in G auf 4 Zoll, ſo iſt die ganze Höhe von I über G, alſo die eigentliche Barometerhöhe 18 + 4 = 22 Zoll. Fällt aber z. B. das Queckſilber im längern Schenkel um 2 Linien, mithin in I auf 16 Zoll herab, ſo muß es im kürzern ſteigen, alſo in G auf 2 Zoll ſtehen, folglich müſſen beyde Oberflächen des Queckſilbers um 4 Linien ſich näher gekommen ſeyn, d. i. die wahre Höhe muß um 4 Linien weniger betragen, als vorhin, oder die wahre Höhe muß 22 — 4, oder 16 + 2 = 18 Zoll ſeyn; weil nur die Queckſilberſäule im Barometer, die über den Niveau des Queckſilbers im kürzern Schenkel ſteht, dem Drucke der Luft correſpondirt. Dieß de lücische Barometer hat unſtreitig vor andern den Vorzug, ſeine Verfertigung aber erfodert viel Genauigkeit, beſonders, daß der Durchmeſſer der Röhre in beyden Schenkeln vollkommen gleich ſey; weil ſich die Methode, das Steigen, und Fallen des Queckſilbers zu beobachten, darauf gründet, daß eine gleiche Maaße Queckſilber in beyden Schenkeln eine gleiche Höhe einnimmt, und dieſes nothwendig einen gleichen Durchmeſſer zum Voraus ſetzt.

Genaue Einrichtung eines Barometers.

§. 35.

Vor allem fodert ſo eine genaue Einrichtung des Barometers:

1) daß

1) daß es bloß allein vom Drucke der atmosphärischen Luft afficiert werde, mithin den Schluß von ihrem Steigen, und Fallen auf die Veränderungen dieses Druckes realisire. Dazu ist nöthig eine vollkommene torricellische Luftleere ober der langen Queckfilbersäule; denn sonst könnte die Queckfilbersäule nicht ungehindert aufsteigen, und der Einfluß der Wärme auf die eingeschlossene Luft würde das Queckfilber herabdrücken, mithin nie den Druck der Atmosphäre wahrhaft anzeigen.

2) Die Scale muß nach einem sehr genauen Fußmaaße in Zollen, und Linien aufgetragen werden.

3) Bey den Beobachtungen des Barometer-Standes muß selber vollkommen vertikal hängen, und das Auge in einerley horizontaler Ebene mit der Fläche des Queckfilbers gehalten werden; dazu bedient man sich des Nonius, oder Verniers.

4) Das Queckfilber muß von der größten Reinigkeit, und daher an verschiedenen Barometern einerley spezifischen Gewichtes seyn. Endlich soll die Röhre allenthalben gleich weit ohne alle Rauhigkeit, in dem heberförmigen Barometer die Schenkeln genau paralell, und endlich vom gehörigen Durchmesser 2 bis 3 Linien zu seyn.

Um von der nöthigen Vorsicht bey Verfertigung dieses, oder anderer Barometer, vorzüglich eines de lücischen Reisebarometers, und der dabey nöthigen praktischen Handgriffe eine deutliche Idee

zu geben, werde ich ein solches Werkzeug in den Vorlesungen verfertigen.

Vom Einflusse der Wärme auf die Barometer.

So viele Vorzüge das de lücische Heberbarometer vor den andern hat, so sieht man doch aus der allgemeinen Wirkung der Wärme auf alle Körper, mithin auch auf Queckſilber gar leicht ein, daß die Barometerhöhe, bey diesen sowohl, wie bey andern, mit dem Wachsthume der Wärme zunehmen, und mit der Abnahme derselben kleiner werden müsse, wenn auch der Druck der Luft ebenderselbige bleibt, daß also das Heberbarometer mit allen Uebrigen nicht nur vom Drucke der Atmosphäre, sondern auch von der Wärme derselben afficirt werde. — Man sieht hieraus schon, daß es bey gemeinen barometrischen Beobachtungen höchst nöthig sey, den Grad des Wärmeeinflußes auf dem Barometerstand bestimmen zu können, um nicht die Wirkung der abwechselnden Wärme auf das Barometer dem Drucke der Luft zuzuschreiben. Die Grade dieses Einflußes lassen sich erst, nach einer nähern Kenntniß von den Wirkungen der Wärme auf den Wärmemesser, bestimmen.

§. 36.

Verschiedene Formen von Barometern.

Um kleine Veränderungen des Druckes der atmosphärischen Luft am Barometer sichtbarer, und auffallender zu machen, hat man allerley Complicationen, und Künsteleyen daran ausgedacht. Dahin gehören das carteſianische Barometer, das

Huygen-

huygensche, und das Hookesche Doppelbarometer; das Hookesche Radbarometer; Morlands schiefliegendes, und Bernoullis rechtwinklichtes Barometer. Alle diese Arten von Barometern werden in den Vorlesungen vorgezeigt, und ihre Einrichtung nebst dem Gebrauche erklärt, um von denselben einen deutlichen Begriff zu geben. Uebrigens leisten alle diese Abänderungen zu den genauen Beobachtungen des Druckes der Luft die erwarteten Vortheile nicht, sie vergrößern die Friction, und erschweren die Berechnung des Einflußes der Wärme, und Kälte auf denselben.

§. 37.

Das Barometer als Wetterglas betrachtet.

Bleibt das Barometer immer an einerley Orte, so sind seine Veränderungen bloß Anzeigen der stärker, oder schwächer gewordenen Elasticität der Atmosphäre. Weil aber die Verminderung, oder Vermehrung der Luftelasticität auf die verschiedene Witterung einen wichtigen Einfluß hat, so fieng man schon im vorigen Jahrhunderte an, aus dem Steigen, und Fallen des Barometers auf die bevorstehende Wetterveränderungen zu schließen, und so das Barometer als ein Wetterglas zu gebrauchen; deßwegen pflegt man an die Scalen der gemeinen Wettergläser die Worte stürmisch, veränderlich, heiter, beständig u. s. w. zu schreiben, in welchen das Queckfilber bey so einem Witterungszustande gemeiniglich nach folgenden Regeln zu stehen kömmt:

a) Bey

a) Bey heitern, beständigen guten, und besonders bey stillem, kalten Wetter steigt das Barometer gemeiniglich hoch.

b) Hingegen steht es bey stillem Wetter, wenn es regnen will, nicht selten niedrig.

c) Bey sehr starkem Winde steht das Queckſilber, wenn es auch nicht regnet, gemeiniglich niederer, als sonst; er scheint sich aber im Fallen einigermassen nach der Weltgegend zu richten, von welcher der Wind herkömmt; denn an einigen Orten sinkt das Queckſilber sehr tief herab, wenn der Wind von einer gewissen Gegend herkömmt, und nicht so tief, wenn er aus andern Gegenden blast.

d) Nach heftigen Stürmen erhebt sich das Barometer gemeiniglich wieder sehr schnell aus seiner Tiefe.

e) Das anhaltende Abwechseln vom Steigen und Fallen, auch in kleinen Differenzen, ist ein Zeichen von unbeständiger Witterung.

f) Auf anhaltendes Fallen des Barometers, besonders bey sehr heißem Wetter, folgt meistentheils ein Gewitter, welches aber nicht allezeit an dem Orte selbst, wo man dieß beobachtet, sondern oftmals bald in der Nähe, bald auch in Ferne ausbricht.

g) Wenn das Queckſilber im Winter stark steigt, so läßt sich starke Kälte vermuthen; wenn es aber bey starkem Froste über 3 bis 4 Linien fällt, so folgt gemeiniglich Thauwetter.

h) Wenn

h) Wenn das gute Wetter gleich nach dem Steigen, und das üble gleich nach dem Fallen des Queckſilbers einfällt, ſo iſt dieß ein Zeichen, daß dieſe Witterung nicht lange anhalten werde.

* Doch iſt der Schluß von den Veränderungen des Barometerſtandes auf die künftigen Wetterveränderungen nach den vorgehenden Regeln nie völlig ſicher, und findet oft gar nicht ſtatt. Nach Poloni Beobachtungen in Padua ſind in 12 Jahren unter 1175 Regen nur 758 durch das Fallen des Barometers vorher verkündiget worden, und van Schwinden in Franecker fand im Jahre 1778 unter den Barometervorausſagungen eben ſoviel falſch, als wahr. Doch ſcheint plötzliches Fallen, und Steigen des Queckſilbers, das bey uns in einigen Stunden 3 — 4 Linien beträgt, eine faſt untrügliche Anzeige einer bevorſtehenden Wetteränderung zu ſeyn.

§. 38.

Einfluß des verſchiedenen Atmoſphäriſchen Druckes auf den thieriſchen Körper.

Die Veränderungen des Druckes der Atmoſphäre laſſen ſich nicht allein durch den Barometer, ſondern auch durch ihre Wirkungen auf die thieriſchen, beſonders auf den menſchlichen Körper bemerken. So fühlen wir uns gemeiniglich bey heiterm Wetter, wenn die Atmoſphäre ſchwerer iſt, munterer, und ſtärker, weil der größere Druck der trocknen atmoſphäriſchen Luft unſere Fibern mehr ſpannt. Bey ſchlechtem, und regneriſchen Wetter aber ſind wir insgemein matt, und

träg, weil die im Körper eingeschlossene Luft, welcher nur ein geringer Druck von aussen entgegen wirkt, den Körper ausdehnt, und selbem Blähungen, Beklämmungen, u. d. gl. verursacht. — Alte, und kränklichte Personen, derer Constitution einmal geschwächt ist, fühlen diese Wirkungen noch mehr, und selbst die geringsten Veränderungen fallen ihnen schon auf. Daher giebt es Leute, welche die Wetterveränderungen eben so gut, als ein Barometer vorher sagen können. Indessen muß man doch einräumen, daß die üble Laune, und andere Symptonen, welche wir bey schlimmer Witterung an unserer Gesundheit bemerken, großentheils von den zugleich in solcher Zeit in der Luft vorhandenen Feuchtigkeiten herrühren.

§. 39.

II. Vorzüglichen Eigenschaften des durch Auflösung, oder chemisch aus Körpern entwickelten luftförmigen Stoffes.

Daß ein luftförmiger Stoff in den allerkleinsten Zwischenräumen der Körper seinen Sitz habe, und erst nach einer Auflösung, oder Zerstörung der Körper los werde, und unter die Sinne falle, ist eine der verdienstvollesten Entdeckungen neuerer Zeiten, durch welche das Gebiet der Naturlehre ansehnlich erweitert worden ist. Die Bergleute erfuhren zwar schon lange vorhin, daß in manchen Gruben unter der Erde ein Licht erlösche, und das Athmen aufgehalten werde; ja daß sich manchmal die in den Bergklüften vorhandene Luft wie Schießpulver mit einem gewaltigen Knalle entzünde; jene hießen die Bergleute erstickenden,

diese

diese einen feurigen Dampf; beyde zusammen böse Wetter — oder auch, wenn sie abergläubisch genug waren, Gespenster, Bergmännchen, u. d. gl. Erst aus den mühevollen Untersuchungen neuerer Naturlehrer, und Scheidekünstler wissen wir, daß bey chemischen Auflösungen, bey der Zerstörung verschiedener Körper durch das Feuer, durch Gährung, und Fäulniß u. d. gl. sich elastische Flüssigkeiten entbinden, welche alle übrigen Eigenschaften mit der atmosphärischen Luft gemein haben, und derer Elasticität, und luftförmiger Zustand auch bey der größten Kälte permanent ist, die sich aber von der gemeinen Luft durch ihre Mischung, und die davon abhängenden chemischen Eigenschaften, und vom Dampfe durch ihre permanente Flüssigkeit, und Elasticität sattsam unterscheiden. — Diese luftförmigen Flüssigkeiten begreiffe ich sammentlich unter dem Namen Luft- oder Gas-Arten. Die Naturforscher sind darinn nicht einig, ob diese Gasarten in den festen, oder liquiden Körpern, aus denen man sie erhält, schon vor ihrer Entwicklung als elastische, aber sehr comprimirte Flüssigkeiten gleichsam eingehüllt daliegen, die nichts als Entbindung vonnöthen haben; oder ob sie aus der Verbindung der Bestandtheile dieser Körper mit der atmosphärischen Luft erst entstünden; oder ob sie endlich erst während der Operation aus den Verbindungen fester, oder liquider Substanzen mit dem Wärmestoff, der sich so enge damit vereinigt, daß sie in diesem Aggre-

gat= Zustande eine permanent elastische, luftförmige Flüssigkeit ausmachen, gebildet werden. — Die Meynung der erstern erklärt schwer, wie sich z. B. fixe Luft in einem so äusserst comprimirten Zustand zwischen den Theilen der Kreide halten könnte, ohne ihren Zusammenhang zu zerreißen; und warum sie nicht auch bey der mechanischen Theilung zum Theil frey werde. Wider die Meynung der zweyten streitet offenbar, daß man die Luftarten bey der Auflösung der Körper ohne Zutritt, und mit gänzlicher Ausschließung der atmosphärischen Luft erhält. — Die Meynung der letztern, und neuesten Naturforschern bestättigen Gren, und Achard *) mit auffallenden Versuchen.

§. 40.

Alle bis itzt bekannten Gasarten lassen sich füglich unter zwo Klassen bringen: Erstens unter solche, die zum Einathmen für Thiere, und zur Erhaltung des Feuers dienen, und deßwegen einathembare, respirable Luftarten, oder auch wohl wahre, eigentliche Luft heißen; zweytens unter jene, welche weder zum Athmenholen für Thiere, noch zur Unterhaltung des Feuers dienen können, oder die Thiere tödten, und die Lichter auslöschen; daher irrespirable, mephitische Luft = Gas= oder Schwadenarten, genennet werden. Diese letz=

*) Vorlesungen über Experimentalphysik. 2. Theil Seite 90.

letztern lassen sich ferner entweder mit dem Wasser vermischen, und darinn auflösen; oder das Wasser verbindet sich nicht damit. Wir betrachten hier von jeder besondern Gasart A) Die Art, und Weise sie zu erzeugen. B) Ihre vorzüglichsten Eigenschaften, und Wirkungen, wodurch sie sich von einander unterscheiden. C) Ihre Bestandtheile. Die so wichtigen, und intressanten Entdeckungen dieser Luftarten haben eigene Werkzeuge nöthig gemacht, um sie bey ihrer Entwicklung aus den Körper bequem aufzufangen, und rein d. i. ohne Beymischung einer atmosphärischen Luft zu erhalten. Man begreift diese Werkzeuge unter dem Namen des pneumatisch-chemischen Apparats. Der bey den Versuchen zu machende Gebrauch giebt davon einen deutlichern Begriff, als eine weitläuftigere Beschreibung von selben.

Mephitische Gasarten.

§. 41.

Luftsäueres Gas, fixe Luft. A) Art, und Weise sie zu erzeugen.

Die fixe Luft, Luftsäure, wildes Gas, Gährungsluft wird am leichtesten, und am häufigsten bey den chemischen Operationen erhalten, als

1) Aus gährenden Körpern; es schwebt z. B. in 9 bis 12 Zoll hohen Schichten, über dem Wasser des Bottichs, worinn die Bierbräuer Gerste gähren lassen. Es senkt sich durch seine Schwere in die daneben stehenden Gefäße, und drengt die gemeine leichtere Luft aus der Oeffnung derselben her-

heraus. Eben so schwebt sie über allen Abkochungen der Vegetabilien; sie entwickelt sich aus dem Moste, aus der Würze, aus den süßen Pflanzensäften, aus dem mit Wasser verdünnten Honig, und aus jeder Substanz, die sich in Wein verwandeln läßt, durch geistige Gährung.

2) Durch den Aufguß der Säuern z. B. der Vitriolsäure, des Scheidewassers, u. d. gl. auf rohen Kalk, auf die milden, oder nicht calcinirten alkalischen Erden, und auf die gemeinen alkalischen Salze. Die leichteste Methode, dieß Gas zu erzeugen, ist folgende: Man schütte in die zum pneumatisch-chymischen Apparat gehörige Flasche C gestossenen Marmor, Kreide, oder ungebrannten Kalkstein, gestossene Schneckenhühlen, oder dergleichen, daß etwa der vierte, oder fünfte Theil derselben davon angefüllt ist; dann gieße man Vitriolöl, mit 4 bis 5 mal soviel Wasser, verdünnt darauf: sodann verstopfe man die Flasche mit dem Stopfel D, durch welche die wie ein S gekrümmte Glasröhre D A B durchgeht, und bringe das Ende B unter die Glocke K, die man vorhin nach dem oben geöffneten Hahne in die mit Wasser gefüllte Wanne G H gestürzt, auf die Art mit Wasser gefüllt, und nach geschlossenen Hahne auf den in der Wanne oben unter Wasser befestigten Deckel F, an welchem von unten auf eine Oeffnung mit einem Trichter angebracht ist, aufgehoben, und über die Oeffnung gestellt hat. Die Mischung wird sogleich aufbrausen, und das Luft-

Taf. IV. Fig. 1.

säure

säure Gas geben, so durch die Röhre hinübergeht, sich oben in der Glocke K ansetzt, und das Wasser aus ihrer Stelle verdrängt.

3) Bey dem Brennen der Kreide, des gemeinen Kalksteines, des Kalkspathes, der rohen Bittersalzerde, u. s. w. wird es ebenfalls entwickelt.

Die Natur erzeugt es in unterirdischen Gruben, denen der Luftzug mangelt, in allen Mineralquellen, und beym Ausathmen warmblütiger Thiere.

§. 42.

B) Ihre vorzüglichsten Eigenschaften, und Wirkungen.

Dieses luftsäure Gas unterscheidet sich von der atmosphärischen Luft durch sehr auffallende Eigenschaften:

a) Es ist schwerer als gemeine Luft.

Versuch. Eine Glaskugel mit luftsauerm Gas wiegt mehr, als mit gemeiner Luft, so, daß sich nach Bergmann seine eigenthümliche Schwere zu jener der gemeinen Luft verhält, wie 3 : 2. Es vermischt sich auch nicht so leicht damit, sondern bewegt sich in selber nach unten; man kann es aus der Mündung eines offenen Gefäßes in ein anders hinübergießen. Will man es sichtbar machen, so darf man nur den Dampf einer Kerze hineingehen lassen, den sie in sich behält. Man sieht sodann die glatte Oberfläche, an der sie sich von der gemeinen Luft über ihr scheidet, und welche wellenförmig wird, wenn man darauf bläst.

b) Es

b) Es löscht glühende Kohlen, und die Flammen brennender Körper aus, wenn man es über selbe hinschüttet.

Versuch. Man gieße dieß Gas über ein Kerzenlicht, oder glühende Kohlen, die sich in einem anderm Glase befinden.

c) Zum Athmen ist es untauglich, und allen Thieren, die es athmen, tödtlich. Das Alter, die Gesundheit, und die Stärke der Thiere verursacht aber einen großen Unterschied in der Zeit, binnen welcher sie in dieser Gasart ihr Leben verlieren, und jene Thiere, welche wenig Athem hollen, z. B. Amphibien, und Insekten, leben darinn länger, als andere Thiere.

Versuch. Man bringe an die Stelle des Lichtes im vorigen Versuche verschiedene Thiere, und schütte das saure Gas darüber, so wird die Erscheinung anschauend gemacht.

d) Auch dem Leben der Pflanzen, und den Keimen der Saamenkörner ist es schädlich.

Versuch. Frische Pflanzen fangen in wenig Minuten darinn zu welken an, und kommen dann, wenn sie auch der freyen Luft ausgesetzt werden, nicht mehr zu sich. Ob sie gleich im Wasser, das mit diesem Gase geschwängert ist, sehr gut vegetiren, und die Säure aus selben in sich nehmen.

e) Das

e) Das kalte Wasser verschluckt dieses Gas nach, und nach beym Ruhigstehen, schneller beym Schütteln. Wasser von mittler Temperatur kann sehr nahe ein gleiches Volum des Gas in sich saugen; durch Erhitzung und Kochen, oder auch Gefrieren des Wassers hingegen wird es, wie durch die Luftpumpe, vom selben wieder geschieden, und unverändert, in Blasengestalt, abgesondert.

Versuch. 1) Wird kaltes Wasser mit dem sauern Gas in einer Bouteille geschüttelt, so wird selbes vom Wasser beynahe gänzlich verschluckt.

2) Werden die beym Sieden aufsteigenden Blasen aufgefangen, so erhalten wir das vorige saure Gas.

f) Es giebt dem damit geschwängerten Wasser einen sauerlichen Geschmack, welcher mit dem der natürlichen Sauerbrunnen, dergleichen das Selzerwasser, übereins kömmt; auch erhält das Wasser in dieser Verbindung eben das Blasenwerfen, wenn man es schüttelt, wie die natürlichen Sauerbrunnen, und giebt mit Wein vermischt ein angenehmes Getränk.

1. Versuch. Um die Imprägnation des Wassers mit der Luftsäure bequem zu verrichten, dient entweder das Schütteln des Wassers in dieser Gasart, oder die Parkersche Glasgeräthschaft. Daher das nachgemachte Selzerwasser.

2. Versuch. Läßt man ein mit Wasser gefülltes offenes Gefäß über einem Gebräude, wenn es auf

der

der Kuffe in Gährung tritt, frey schwimmen, und rührt das Wasser manchmal um; so verbindet sich das aufsteigende Gas mit dem Wasser, und giebt künstliches Selzerwasser.

g) Es färbt Lackmustinktur roth.

1. Versuch. Lackmustinktur in ein mit dieser Gasart gefülltes Gefäß geschüttet, wird sogleich beym Schütteln roth.

2. Versuch. Wird die rothe Tinktur gekocht, zum Gefrieren gebracht, oder aus ihr die Luft ausgezogen, so erhält sie ihre vorige blaue Farbe wieder.

3. Versuch. Das mit dieser Gasart geschwängerte Wasser thut desgleichen, ausser es wird zuvor gekocht, oder nach vorgehenden Gefrieren flüssig, oder die Luft davon ausgepumpet. Ein Beweis, daß diese Gasart durch Kochen, Gefrieren, und durch die Luftpumpe vom Wasser wieder abgeschieden werde.

4. Versuch. Es ändert zwar die blaue Farbe des Veilchensyrup nicht; allein wenn ihn Laugensalz zuvor grün gefärbt hat, so giebt es ihm seine blaue Farbe wieder.

h) Es trübt das Kalkwasser, und schlägt aus selbem den ätzenden Kalk als eine im Wasser unauflösbare, mit Säuern brausende, unschmackhafte wilde Kalkerde wieder nieder. Aetzende Laugensalze werden durch sie wieder milde, und schießen an.

1. Versuch. Werden Kalkerden, und Laugensalze in ihrem gewöhnlichen Zustand mit Säuern vermischt, so entsteht ein Aufbrausen, wodurch eine große Menge so einer Gasart entwickelt wird.

2. Versuch. Wenn schon das Feuer eine Menge solcher Gasart aus den Kalkerden entwickelt hat; so treiben doch die Säuern, die man darauf gießt, noch mehr und auf einmal alles Gas heraus.

3. Versuch. Der Kalkstein, oder rohe Kalk ist im Wasser unauflöslich; wird er aber gebrennt, oder lebendig, ätzend gemacht, d. h. hat er aber einmal durch das Brennen, oder noch mehr durch aufgegossene Säuern das benannte Gas verloren, so löst sich selber im Wasser auf, und giebt dadurch das sogenannte Kalkwasser. Setzt man diese Substanzen wieder in den Stand diese Gasart anzunehmen, z. B. wird dieß Gas zu Kalkwasser gelassen; so absorbirt der Kalk dieses Gas, schlägt sich dadurch aus dem Wasser nieder, und macht das vorher helle Kalkwasser trübe. Dieser Niederschlag ist wieder roher Kalk. Vermischt man das Kalkwasser mit Weingeist, so schlägt dieser zwar auch den Kalk nieder, aber dieser Niederschlag ist noch lebendiger Kalk, denn hier ist der Niederschlag durch Verbindung des Weingeistes mit dem Wasser geschehen, und kein solches Gas dazu gekommen.

4. Versuch. Nimmt man den Laugensalzen durch Aufguß einer Säure dieses Gas, so werden

sie

sie weit mehr kaustisch, ätzend, aber unfähig zur Krystallisation, und zum Aufbrausen mit Säuern; giebt man ihnen aber, so wie den kaustischen Erden das vorige Gas wieder, so werden sie mild, brausen mit Säuern wieder auf, werden schwerer, und der Krystallisation fähig, u. s. w. Daher schießt z. B. das Weinsteinöl, so bald man dieß Gas dazu bringt, in Krystallen an.

i) Es giebt dem Wasser, so lange es damit verbunden ist, die Eigenschaften einer Säure, welche fähig ist, auch andere Substanzen, als rohen Kalk, gebrannte Bittererde, die reinste Thon- und Schwerspath-Erde, das Eisen, den Braunstein, und verschiedene metallische Kalke aufzulösen. Beyspiele davon geben die luftsauern Stahlbrunnen, wie das Pyrmonter, und Egerwasser.

1. Versuch. Gießt man ein mit sauerm Gas geschwängertes Wasser über gefeiltes Eisen, in einen recht wohl verschlossenen Glase; nach einigen Tagen findet man, daß dieses Wasser durch Zusatz einer Infusion von Galläpfel schwarz gefärbt werde; folglich hat dieß Gas im Wasser Eisen aufgelöst.

2. Versuch. Auf gleiche Weise lösen sie auch die andern benannten Substanzen auf.

k) Es stellt verdorbene Sauerbrunnenwasser, schalen Wein, und Bier, ranzig gewordene Oele zu ihrer vorigen Güte wieder her. Es verhindert nicht nur die Faulniß der vegetabilischen sowohl, als thierischen Körper, sondern bereits in Faulniß über-

gehen-

gehende thierische Substanzen werden in dieser Luft verbessert, verlieren ihren fauligen Geruch, und erhalten ihre vorige Festigkeit wieder. Heilet durch geschickte Anwendung verschiedene geschwürartige Krankheiten, den Scharbock, Scorbut, Krebsschäden, böse Hälse, zersetzt Blasensteine, und andere steinigte Concretionen durch das Trinken des damit imprägnirten Wassers, und dient vorzüglich in faulen Fiebern, weil es eben sowohl eine der Fäulniß widerstehende, als eine auflösende Kraft hat.

Versuch. 1) Schale Biere, oder Weine werden in ein mit diesem Gas gefülltes Gefäß gebracht, oder man läßt durch selbe dieß Gas aufsteigen; sie erhalten dadurch wieder bessern Geschmack, eben so, als wenn man benannte schale Liquoren mit jungen, gährenden Biere, oder Moste vermischt, wodurch selbe einen Zusatz vom benannten Gas erhalten.

2. Versuch. Saures Bier wird durch einen Zusatz von Kreide, die die Säure absorbirt, und dadurch das Gas frey läßt, wieder schmackhafter.

3. Versuch. Ein Stück frisches Fleisch werde in diesem sauren Gas, und ein anderes in gemeiner Luft einige Tage lang aufbewahrt; das letzte wird schon in einen hohen Grade der Faulniß übergegangen seyn, da das erste noch unverändert bleibt.

4. Versuch. Fleisch, welches bereits in Faulniß übergangen, einen sehr üblen Geruch, und we-

nig Festigkeit hat, verliert in diesem Gase in wenigen Tägen den fauligen Geruch, und erhält wieder Festigkeit.

5. Versuch. Eben so werden die übrigen Phänomene dieses Gases mit Versuchen bestättiget.

6. Versuch. Die ausgeathmete Luft warmblütiger Thiere bringt alle vorangezeigten Phänomene hervor.

* Die Aerzte rathen, es äußerlich aus einer Blase durch die Oeffnung eines gläsernen trichterförmigen Gefäßes auf den Leidenden hinströmen zu lassen; innerlich aber es als eine Klystir zugeben, wobey man keine Aufblähung zu befürchten hat, weil es von den Säften des Körpers sehr leicht absorbirt wird. Einige bringen es in einem damit imprägnirten feuerfesten Laugensalze bey; andere schreiben vor eine laugenartige Mixtur, und gleich darauf sehr verdünnten Vitriolgeist zu nehmen, damit dieß Gas im Körper selbst entwickelt wird.

§. 43.

C) Ihre Bestandtheile.

Alle vorhergehenden Erscheinungen, welche keiner andern Säure auser dem sauern Gas, oder der fixen Luft zukommen, machen, daß itzt die neuern Naturkündiger Bergmann, Gren, u. a. m. den Grundstoff dieser Gasart für eine eigene Säure hielten, die sich von allen übrigen unterscheidet, die sich mit den reinen Alkalien, und noch mehr mit der reinen Kalkerde der nähern Verwandtschaft we-

gen

gen sehr leicht, und gerne verbindet, wobey beyde ihre Aetzbarkeit verlieren, und in einen neutralsalzigen Zustand kommen, den reinen im Wasser aufgelösten Kalk mit sich niederschlägt, ihn unauflösbar macht, und eben so auch den Grund von den übrigen vorhin angeführten Phänomenen in sich enthält. Daher man ihr auch den eigenen Namen der mephitischen Säure, oder der Luftsäure beylegte. Der Geschmack des luftsauern Wassers, welcher von dem Geschmacke des mit Vitriolsäure tingirten ganz verschieden ist, und die Versuche mit der Luftsäure, welche durch Feuer aus der edinburgischen Magnesia, oder durch Ausathmen warmblütiger Thiere ohne alle Vitriolsäure erzeigt wird, und die nämlichen Erscheinungen darstellt, widerlegen das Vorgeben, daß der saure Geschmack u. d. gl. von einem Theile der Vitriolsäure herrühre, zimlich auffallend.

Diese besondere, und eigene Säure ist als ein Bestandtheil desjenigen Körpers anzusehen, aus welchem sie entwickelt wird, sie macht am wahrscheinlichsten nach der Theorie des würdigen Professor Gren in der Verbindung mit Wasser, nachdem beyde durch den bey der Erzeigung dieses Gases nothwendig gegenwärtigen Wärmestoff in den Zustand der expansibeln Flüssigkeit gebracht worden, die Basis des sauern Luftgases aus. Daß aber auch das Wasser einen wesentlichen Bestandtheil des trocknen luftsauern Gases ausmache, wird schon dadurch erwiesen, weil ohne Wasser diese Gasart

nicht

nicht erhalten werden kann; denn luftsaure natürliche Schwererde giebt durch die bloße Hitze kein luftsaures Gas von sich; läßt man aber in einer irdenen Röhre bey der Weißglühhitze Wasserdampf über sie wegstreichen, so wird das Gas mit größter Schnelligkeit entwickelt, und zwar in eben der Menge, als bey der Auflösung in Salzsäure. H. P. Gren fand bey den mit aller Sorgfalt angestellten Versuchen, daß, wenn die Quantität des saueren Gases ohngefähr 225 Gran beträgt, das dazu angewandte Wasser etwa 100 Gran betrage, daß mithin die Luftsäure ohngefähr die Hälfte ihres Gewichtes an Wasser enthalten müsse. (Grens Journal der Physik I. B. I. H. S. 104. &c.)

§. 44.

Verdorbene Luft, phlogistisirte Luft, oder Stickgas.

Die Chemisten belegen die einfachste, und reinste entzündbare Grundsubstanz mit dem Namen Phlogiston. Das Verfahren der Natur, oder Kunst, wobey das Phlogiston aus dem in Körpern gebundenen Zustand frey wird, und sodann mit der gemeinen Luft in Verbindung tritt, heißt phlogistischer Proceß, dergleichen sind die Verbrennung, Faulniß, das Athmen in reiner, oder gemeiner Luft, u. s. w. Die auf solche Weise mit Phlogiston verbundene Luft nennt man **verdorbene, phlogistisirte Luft** oder **Stickgas.**

A) Art, und Weise sie zu erzeugen.

1) Man schütte frisch bereitete und gepulverte Schwefelleber in ein flaches irdenes Gefäß, und stelle dieß auf einem Fußgestelle in ein Becken mit

Wasser,

Wasser, bedecke den Apparat mit einer gläsernen Glocke; und lasse alles so zusammen an einem temperirten Orte stehen. Das Wasser steigt in der Glocke empor, so wie sich die Luft darinn nach und nach vermindert. Sobald das Steigen des Wassers, mithin die Verminderung der Luft, aufhört, wenn anders Schwefelleber genug angewendet wird, so ist der Rückstand der Luft in der Glocke das Stickgas.

2) So wird auch dieß Gas durch jedes Verbrennen der Körper in respirabler Luft erzeugt. Man setze z. B. klühende Kohlen, oder eine brennende Kerze auf einem Leuchter in eine Schüssel mit Wasser A B C D, und stürze die umgekehrte gläserne Glocke E C F D darüber, in der das Wasser bey 1 K eben so hoch als auswendig in der Schüssel stehen wird. Binnen wenig Minuten wird die Lichtflamme allmählig immer schwächer werden, und endlich verlöschen; das Wasser im Cylinder aber wird dabey immer höher hinaufsteigen, und endlich bey G H stehen bleiben. Dieß beweiset, daß die Luft über dem Wasser verdorben, und zu fernerer Unterhaltung der Flamme untauglich geworden sey, und daß sich zugleich ihr anfängliches Volum E I F K bis auf die Größe E G F H zusammengezogen, oder vermindert habe. Taf. IV. Fig. 2.

Dieser Rückstand ist das Stickgas; doch ist es, wenn die verbrennlichen organischen Körper zugleich auch Luftsäure enthalten, mit dieser vermischt, die sich aber durch Kalkwasser leicht scheiden läßt. — —

3) Legt man auf ein in der vorigen Schüssel stehendes Fußgestell etwas Kunkelschen Phosphorus und stürzt einen Cylinder, der oben bey E F eine Oeffnung hat, und mit einem Glasstopfel verschlossen werden kann, offen darüber, verstopft ihn alsdann erst genau, und bemerkt sich mit einem Maaßstabe die Höhe der Wasserfläche. Hierauf zündet man den Phosphorus durch ein Brennglas an; er bricht in eine starke Flamme aus, und verbrennt mit vielem weißen Dampfe. Anfangs wird zwar das Wasser von der erhitzten Luft herunter gedrückt, bald aber steigt es wieder, und steht nach dem Verlöschen am Maaßstabe weit höher, als vorhin. So hat man gefunden, daß durch jeden Gran des verbrannten Phosphorus 3 Cubickzoll atmosphärische Luft verloren gehen, und daß überhaupt die gemeine Luft höchstens um ihren vierten Theil vermindert werden könne.

4) Ferner wird dieß Stickgas beym Verkalken der Metalle, beym Verwittern der Kiese in respirabler Luft erhalten. Endlich dünsten es auch Pflanzen aus, wenn sie von dem Zutritte des Sonnenlichtes verwahret sind, so wie es auch in der von warmblütigen Thieren ausgeathmeten Luft anzutreffen ist, und nach der Scheidung des luftsauren Gases durch Kalkwasser davon zurückbleibt.

Versuch. Wird unter eine mit respirabler Luft angefüllte Glocke, die mit der Oeffnung im Kalkwasser steht, ein brennendes Licht, eine glühende

Kohle,

Kohle, oder ein warmblütiges Thier gebracht, so wird die Luft phlogistisiert, und das Kalkwasser getrübt. Dieser Versuch beweiset, daß die beym Verbrennen, beym Ausathmen erzeugte Luft auch das fixe Gas mit sich führe, und dieses durch Kalkwasser leicht davon geschieden werden könne.

§. 45.

a) Diese phlogistisirte Luft, wenn sie von der Luftsäure wohl geschieden übrig bleibt, ist etwas weniges spezifisch leichter, als die atmosphärische Luft.

B) Ihre vorzüglichsten Eigenschaften, und Wirkungen.

b) Sie vermischt sich ganz leicht mit der respirablen Luft; denn diese wird bey jedem phlogistischen Processe sogleich phlogistisirt.

c) Sie zersetzt das Kalkwasser eben so wenig, als sie die Lackmustinktur roth färbt.

Versuch. Kalkwasser, und Lackmustinktur in einer Bouteille solcher Luft geschüttelt, bleiben unverändert.

d) Sie vermischt sich mit dem Wasser gar nicht, und theilt ihm auch keine Säure mit.

1. Versuch. Wird phlogistisirte Luft mit Wasser geschüttelt, so verliert sie nichts von ihrer Ausdehnung, und wird vom Wasser nicht verschluckt.

2. Versuch. Das mit phlogistisirter Luft geschüttelte Wasser trübt das Kalkwasser nicht, färbt auch die Lackmustinktur nicht roth.

e) Sie dient nicht zur Unterhaltung des Feuers.

Versuch. Eine Lichtflamme, welche man in phlogistisierte Luft bringt, verlischt im Augenblick, da es hinein kömmt.

f) Sie ist zum Athmen untauglich, oder irrespirabel. Deßwegen ist die Luft in geschlossenen Zimmern, Speissaalen, u. s. w. in welchen so viele Menschen athmen, so viele Lichter brennen, klühende Kohlen rauchen, oder auch Früchte, und in Wasser gesetzte Blumen vorhanden, oder wo große Flächen mit frischen Oelfarben bemahlen vorfindig sind, der Gesundheit der Menschen so nachtheilig, daß ihre Wirkung schon vielen Menschen das Leben gekostet hat.

Versuch. Eine Maus, Taube, oder anderes warmblütiges Thier, welches in phlogistische Luft gebracht wird, in welcher z. B. ein anderes Thier so lange Athem geholt, bis es darinn gestorben, stirbt in sehr kurzer Zeit.

g) Das Wachsthum der Pflanzen, und das Keimen der Saamenkörner wird durch sie befördert, sie nehmen ihr beym Tage die schlimmen Eigenschaften, geben ihr die Fähigkeit zur Unterhaltung der Flamme, und zum Einathmen wieder zurück, machen sie der reinen Luft ähnlicher.

Obwohl durch das so häufige Verbrennen, durch so vielfältiges Verfaulen der Körper, und durch die so große Anzahl der athemhollenden Thiere beständig

dig eine große Menge phlogistisirter Luft erzeugt wird, welche in die Atmosphäre übergeht, und die ganze Masse derselben zum Athemhollen untüchtig macht, so hat die sorgfältige Mutternatur wieder wohlthätige Mittel, dieser ihre Schädlichkeit zu nehmen, im Vorrathe, worunter das Wachsthum der Pflanzen nicht zu mißkennen ist, welche beym Sonnenlicht, die phlogistisirte Luft einsaugen, zerlegen, das dem Thiere schädliche Phlogiston als Nahrungsstoff zurückbehalten, und die reine Luft zum Wohl der Menschheit wieder absetzen.

§. 46.

C) Ihre Bestandtheile.

Die phlogistisirte Luft ist unstreitig eine durch das Verbrennen der Körper, durch das Athmen der Thiere, u. s. w. erzeugte Luft, und entsteht aus der Verbindung des Phlogistons mit der respirablen Luft; denn nie wird sie ohne Beyhilfe der respirablen Luft, und nie ohne phlogistische Körper erhalten. Hr. Professor Gren sieht sie daher für nichts anders an, als für respirable Luft, die mit dem Brennstoff ganz gesättiget ist, und daher Brennstoff, Wasser, Lichtmaterie, und Wärmestoff zu ihren Bestandtheilen hat, welches er auch in seinem Grundriß der Naturlehre (zweyte Auflage §. 861.) durch einen auffallenden Versuch zu bestättigen sucht.

§. 47.

Salpeterartiges, Salpetergas, nitröse Luft.

Diese irrespirable, und mit Wasser nicht mischbare Gasart erhält den Namen Salpeterluft, weil

weil es aus den Dämpfen der phlogistisirten Salpetersäure in Luftgestalt erzeugt zum Vorschein kömmt.

A) Art und Weise sie zu erzeugen.

a) Man erhält sie aus allen leicht entzündlichen, und brennstoffreichen Körpern mittelst der Salpetersäure, als aus Oele, Weingeist, ätherartigen Feuchtigkeiten, Harze, Gumiarten, und aus jeder vegetabilischen Substanz, welche den Brennstoff als Bestandtheil enthalten. Da aber manche von den vorherbenannten brennlichen Körpern Luftsäure enthalten, und die Salpeterluft dadurch verunreiniget wird, so thut man am Besten, wenn man sich nur der Metalle dazu bedient. Am vorzüglichsten sind Kupfer, und Silberfeile, oder Dräthe im Scheidewasser durch Wärme aufgelößt, geschickt dieses Gas zu erzeugen: Man schüttet zu dem Ende Kupferdrath, oder Feile in eine kleine Entbindungsflasche, gießt Scheidewasser, oder ein Gemisch von 2 Theilen Wasser, und 1 Theil concentrirten Salpeter darauf so, daß die Flasche ganz damit angefüllt wird, und keine respirable Luft darinn zurückbleibt. Bey der Auflösung des Kupfers in der Salpetersäure entwickelt sich nun das Salpetergas, und bewirkt das Aufbrausen; man bringt dann die Mündung der Entbindungsflasche mittelst der gekrümmten Röhre unter den Trichter der Wanne des pneumatisch chemischen Apparates und fängt sie, wie die Luftsäure (§. 41.) mit der Glocke auf.

b) Herr Scheele erhielt sie auch bey der Bereitung des Königswasser durch das Destilliren, durch

die

die Auflösung des Goldes, und anderer Metalle im Königswasser.

§. 48.

B) Ihre vorzüglichsten Eigenschaften, und Wirkungen.

a) Dieses Gas ist dem thierischen, und vegetabilischen Leben höchst schädlich, und tödtet die in ihr athemhollende Thiere am schnellsten.

1. Versuch. Vögel, Mäuse, sogar die Insecten sterben gemeiniglich den Augenblick, sobald sie in diese Gasart versetzt werden; Frösche, Schnecken, und andere Thiere, welche nicht oft athmen, leben darinn einige Minuten, sterben aber dann ebenfalls, und erhollen sich überhaupts selten, wenn sie auch gleich, ehe sie noch ganz todt sind, herausgenommen werden.

2. Versuch. In dieses Gas gebrachte Pflanzen verbleichen, und gehen zu Grunde.

b) Ihre spezifische Schwere ist fast eben so groß, als die der gemeinen Luft. Beyde verhalten sich nach Pristley, und andern mehr, wie 716 — 717. Nach Fontana ist sie um etwas schwerer, als die gemeine, und zwar im Verhältnisse 399 : 385.

c) Sie ist zum Unterhalte des Feuers untüchtig.

Versuch. Eine brennende Kerze verlischt in dem Augenblicke, da sie in diese Luftart gebracht wird.

d) Mennige wird darinn weiß.

e) Mit

e) Mit dem Wasser verbindet sie sich nur langsam, und schwach; durch Schütteln kann es nur $\frac{1}{10}$ von diesem Gas in sich nehmen, welches durch Kochen, oder Gefrieren wieder herausgetrieben werden kann. Doch wird sie durch die Berührung mit Wasser langsam zersetzt, und nach 7 bis 8 Monaten verliert sie dadurch ganz ihre Eigenschaften; wenn im Wasser noch respirable Luft vorhanden ist, so erfolgt diese Zersetzung schneller.

f) Sie widersteht der Faulniß sehr stark, und in einem sehr hohen Grade; hat aber auf bereits in Fäulung übergegangene organisirte Körper keineswegs die Wirkung solche wieder herzustellen, wie die Luftsäure. (§. 42.)

Versuch. Ein Stück frisches Fleisch, Früchte von verschiedener Art in Salpeterluft gebracht, bleiben nach einigen Monaten, manchmal ein ganzes Jahr unverändert; ob sie gleich dadurch einen üblen Geruch, und Geschmack annehmen.

g) Sie trübt das Kalkwasser nicht, und macht die ätzenden Laugensalze nicht milde. Sie verändert auch ohne Zusatz der atmosphärischen Luft die blaue Farbe vom Lackmus nicht. Ob sie also gleich Säure enthält, so kann sie doch nicht in ihrem gebundenen Zustande als Säure wirken, wenn sie nicht zuvor zersetzt wird.

1. Versuch. Wird ein mit Lackmus blau gefärbter Lappen in reine Salpeterluft gebracht, so verändert er seine Farbe gar nicht.

h) Das

h) Das wichtigste, und auffallenste Phänomen der Salpeterluft ist ihre Zersetzung, und Verminderung bey der Vermischung mit der respirabeln Luft. Bey dem Zutritte der respirablen d. i. der gemeinen, oder dephlogistisierten Luft zur Salpeterluft verliert diese sogleich ihren luftförmigen Zustand, und verwandelt sich nnter Erwärmung in einen röthlichen Rauch, der wie Scheidwasser riecht, vom Wasser sogleich verschluckt wird, und damit wieder eine verdünnte Salpetersäure liefert; ein Beweis, daß diese Dämpfe nur Salpetersäure in Dampfgestalt sind. Nach ihrer Zersetzung finden wir den Rückstand nach dem Verhältniß der Reinigkeit der atmosphärischen Luft dem Volum nach vermindert, und phlogistisirt.

1. Versuch. Läßt man zur Salpeterluft, in welcher ein mit Lackmus blau gefärbter Lappen vorhanden ist, etwas respirable Luft, so entsteht sogleich ein rother Dampf in der Mischung, und der Lappen wird roth gefärbt.

2. Versuch. Wird in einer Glocke, die mit Salpeterluft gefüllt über Wasser steht, etwas respirable Luft mittelst einer Glasröhre hineingelassen, so entsteht augenblicklich eine Röthe, die Salpeterluft wird darinn zersetzt, das Wasser steigt in der Glocke in die Höhe, verschluckt die Dämpfe, und wird zu einer wahren verdünnten Salpetersäure; und man kann dieß so weit treiben, daß das Was-

ser

ser ganz blau, und ein wahres Scheidewasser wird. Milch wird dadurch zum Gerinnen gebracht.

3. Versuch. Bringt man auf die vorige Art so viel atmosphärische Luft hinzu, bis sich keine rothen Dämpfe mehr zeigen, oder bis die Salpeterluft ganz zerstört ist; so nimmt die übrig bleibende Luft nicht einmal so viel Raum ein, als die angewendete atmosphärische Luft allein einnehmen sollte, und es scheint so selbst ein Theil von dieser verloren zu gehen. Werden z. B. 16 Theile atmosphärische Luft mit 7 Theilen Salpeterluft vermischt, so bleiben nur ungefähr 12 Theile atmosphärische Luft zurück, in welchem Rückstand kein Thier leben, und kein Licht brennen kann, weil sie vollkommen phlogistisirt ist, und von eben der Art, als die durchs Verbrennen erzeugte, mit einer sehr geringen Quantität fixer Luft vermischt ist. Uebrigens läßt sich über die zur Sättigung nöthigen Quantität wegen der verschiedenen Güte der Luftgattungen nichts gewißes bestimmen, aber im Durchschnitte genommen sind nach Lavoisier zu einer völligen Sättigung 16 Theile gemeine, und $7\frac{1}{3}$ Theil nitröse Luft nöthig, und es verschwinden hiebey die ganze nitröse, und $\frac{1}{4}$ Theil der gemeinen Luft. Nimmt man statt der gemeinen, dephlogistisierte Luft, so ist die rothe Farbe weit stärker, die Erwärmung beträchtlicher, und die Verminderung weit schneller, und ausnehmend groß. Man braucht nach Lavoisier nur 4 Theile dephlogistisirte Luft, um $7\frac{1}{3}$ Theil Salpeterluft ganz zu

zer-

zersetzen, und der Rückstand beträgt noch $\frac{1}{12}$ Raums der angewendeten dephlogistisirten Luft. Es ist kaum zu bezweifeln, daß beyde Gasarten völlig verschwinden würden, wenn es möglich wäre, sie in ihrer vollkommenen Reinigkeit, und ohne Beymischung von phlogistisirter Luft zu erhalten. Hierauf gründet sich der Gebrauch des Eudiometers, oder Luftgütemesser, von dem ich weiter unten handeln werde.

4. Versuch. Der Zutritt der fixen Luft, oder einer andern Luftart, die zum Unterhalt des Feuers, und zum Athemhollen untüchtig ist, statt der respirablen in den vorigen 2 Versuchen, verursachet keineswegs die angezeigten Wirkungen. — Die respirable Luft also ist unstreitig das Mittel, wodurch die Salpeterluft zersetzt; und ihr luftförmiger Zustand in einen Dampf verwandelt wird.

5. Versuch. Wird ein Wärmemaaß in Salpeterluft gebracht, und der Grad ihrer Wärme bestimmt, so wird selbes sogleich ansehnlich steigen, sobald man respirable Luft beytreten läßt; dabey werden auch die vorigen Phänomenen wieder in Vorschein kommen, uud beweisen, daß bey der Zersetzung der Salpeterluft mittelst der gemeinen auch der Wärmestoff entbunden werde, daß sich mithin die Salpeterluft unter Erwärmung in einen röthlichen Dampf verwandle.

6. Versuch. Man hänge unter der Glocke etwas Salmiack in Gaze, oder Nesseltuch auf, und

lasse

lasse Salpeterluft hinzu. So bald die Röthe vergeht, senkt sich von dem Salze eine weiße Wolke, wie Schneewolken, oder Buder nieder, die nach und nach das ganze Gefäß füllt, und ein brennbarer Salpeter ist. Dadurch beweiset D. Pristley, daß die rothen Dämpfe wahre Salpetersäure sind.

§. 49.

Ihre Bestandtheile.

Was die Natur der Salpeterluft betrifft, so ist die gewöhnliche, und fast allgemeine Theorie diese, daß sie Salpetersäure, und Phlogiston zur Basis habe. Nach dieser Theorie ist die Säure mit dem Phlogiston dergestalt verbunden, daß sie in dieser Verbindung als Säure nicht wirken kann; beyde werden durch den Wärmestoff, der in ihnen gebunden liegt, in luftförmiger Gestalt erhalten. Kömmt aber der nicht phlogistisirte Antheil der gemeinen Luft, oder dephlogistisirte Luft hinzu, womit das Phlogiston mehr Verwandtschaft, als mit der Säure hat, so wird sie das Phlogiston von der Säure scheiden, sich damit imprägnieren, und dadurch vermindern; die Säure muß sodann aus dem Zustande der Luft in den des Dampfes übergehen, sich niederschlagen, und vom Wasser verschluckt werden; das vorher gebundene nunmehr aber freye Feuer erzeugt bey dieser Zersetzung Wärme. Hiebey bleibt als Rückstand bloß der unreine, oder aus irrespirabeln Gasarten bestehende Antheil übrig. Eine gleiche Zersetzung würde eine jede Luftart hervorbringen, die wegen überwiegender Verwandschaft

mit

mit dem Phlogiston, es von der Salpeterſäure ſchei-
den kann.

§. 50.

Brennbares, entzündliches, leichtes Gas, brennbare Luft.

Dieſe mephitiſche, und mit dem Waſſer nicht miſchbare Gasart, welche mit atmoſphäriſcher, oder dephlogiſtiſierter Luft vermiſcht, mit einer Flamme brennt, und ſich mit einem Knalle entzündet, ward ſchon längſt unter dem Namen Dampf metalliſcher Auflöſungen bekannt, die in gewiſſen Höhlen, Bergwerken an den Grubenlichtern der Bergleute Feuer fangen, und ſich mit einem fürchterlichen Knalle entzünden.

A. Art, und Weiſe ſie zu erzeugen.

Die brennbare Luft kann aus allen entzündbaren, oder ſonſt brennbare Materie enthaltenden Subſtanzen durch Hitze, Gährung, Säuern u. ſ. f. auf verſchiedene Arten erhalten werden, z. B.

1) Durchs Glühen der Dämpfe des Weingeiſtes, der Waſſerdämpfe, wenn ſie durch glühende eiſerne Röhren geleitet werden.

2) Durch das Ablöſchen glühender brennbarer Körper, als glühender Kohlen, glühendes Eiſen im Waſſer.

3) Durch die Fäulniß animaliſcher, und vegetabiliſcher Körper, bey welcher ſie ſich in großer Menge entwickelt. Daher ſie ſich auch in den Gedärmen der Thiere, in Cloaken, und heimlichen Gemächern, in Begräbnißorten, und an Plätzen, wo todtes Vieh faulet, entbindet; in den Sümpfen,

Pfützen,

Pfützen, und stehenden Wässern, wo viele Pflanzen, Schilf u. d. gl. modern, trift man in dem Schlamme des Grundes brennbare Luft an, welche den besondern Namen der Sumpfluft erhält, und sich theils durch ihre größere eigenthümliche Schwere, theils durch übelern, und stärkern Geruch, und durch Zusatz von Luftsäure von dem vorigen unterscheidet.

4) Die gewöhnlichste, und beste Methode aber sie gehörig zu erhalten, ist, daß man Metalle, vorzüglich Eisen oder Zink in Vitriol- oder Salzsäure auflöset. Man schütte zu dem Ende Eisenspäne, oder grob gekörnten Zink in die pneumatische Entbindungsflasche E, und darauf ein Gemisch aus 1 Theil Vitriolöl, und 4 — 5 Theil Wasser, daß die Eisenspäne, oder Zink gerade davon bedeckt werden. Die Auflösung geschieht mit mäßiger Lebhaftigkeit, und Aufbrausen. Die dabey entbundene Luft wird mittelst des übrigen pneumatischen Apparats, wie die Luftsäure (§. 41.) durch Wasser hindurch aufgefangen.

Taf. IV. Fig. 1.

§. 51.

B. Ihre vorzüglichsten Eigenschaften und Wirkungen.

Die Eigenschaften der entzündbaren Luft sind nach Verschiedenheit der zu ihrer Erzeugung angewendeten Materialien, verschieden, welches von denen ihr mehr, oder weniger anhängenden fremden Theilen herrührt. Ich will sowohl diejenigen Eigenschaften, worinn alle entzündlichen Luftarten übereinskommen, sie mögen oder durch Auflösung des Zinks, oder Eisens mittelst der Säuern, oder durch

Auf-

Auflösung organisirter Körper, oder nach den andern anbemerkten Methoden erzeuget werden, als auch ihre sonderheitlichen, worinn sich vorzüglich die aus Zink und Eisen mittelst der Säuern erzeugte brennliche Luft von den übrigen unterscheidet, anführen, und mit Versuchen bestättigen.

a) Zum Athemholen sind alle brennlichen Luftarten untauglich.

Versuch. Vögel, Mäuse, und andere Thiere sterben in jeder solcher brennlichen Luftart; die Luftarten selbst bleiben dabey entzündbar, wie zuvor.

b) Keine von diesen dient ohne Zutritt der gemeinen zum Unterhalte des Feuers.

Versuch. Eine brennende Kerze verlischt sowohl in der entzündbaren Luft aus Zink, als in der aus organisirten Körpern.

* Nöthige Vorsorge bey diesem Versuche.

c) Erhalten sie einen Zusatz von gemeiner Luft, oder von Dämpfen der Salpetersäure, werden sie alle durch Berührung eines brennenden Körpers, oder eines electrischen Funken mit einem Knalle entzunden, und mit einer Flamme brennen; doch mit dem Unterschiede, daß erstens die entzündliche Luft aus Eisen, oder Zink nur 2 — 3mal soviel gemeine Luft zur Entzündung nothwendig habe, daß sie sich zweytens sehr schnell, und mit einem starken Knalle in ihrer ganzen Masse entzünde, und

drit-

drittens, daß sich ihre Flamme in einer grünlich weissen Farbe, worinn lebhafte rothe Funken hin, und her schiessen, zeige; da hingegen die aus organisirten Körpern erzeugte weit mehr gemeine Luft erfodert, um schnell auf einmal sich in ihrer ganzen Masse zu entzünden; überdas ihr Knall auch weit geringer und ihre Flamme weit schwächer ohne solchen rothen Funken beobachtet wird.

1. Versuch. Wird eine Flasche mit brennbarer Luft von was immer für einer Art gefüllt, und dann mit einem Stopsel verschlossen, durch dessen Mitte eine Glasröhre geht, aus welcher die eingeschlossene Luft in die gemeine heraustreten kann. Bringt man sogleich eine Lichtflamme an das äußerste Ende der Röhre, so macht sie zwar eine schwache Explosion, weil schon ihre Oberfläche mit gemeiner Luft vermischt ist; nimmt man aber hernach das Licht weg, so brennt sie ruhig an der Oeffnung fort, weil dieß der einzige Ort ist, an welchem sie die gemeine Luft berührt. Die Flamme der aus Metallen entbundenen brennbaren Luft hat eine grünlich weisse Farbe, in der Mitte rothe lebhafte Funken. Die Flamme der aus vegetabilischen, und thierischen Substanzen entbundenen finden wir schwächer, und ohne solchen Funken; durch eine gleichtheilige Mischung von entzündlicher Luft aus Zink, und Salzsäure mit Salpeter-Luft wird die Flamme grün, mit fixer, blau.

2. Versuch. Eine Mischung von zween Theilen atmosphärischer, und einem Theile entzündbarer aus Zink durch Salzsäure entwickelt, entzündet sich durch Berührung eines elektrischen Funkens in einem dazu eingerichteten Gefäße auf einmal, in ihrer ganzen Masse, mit einem heftigen Knalle. Noch weit stärker werden diese Wirkungen, wenn man dephlogistisierte Luft statt der gemeinen beymischt, wobey man nur 1 Theil derselben auf zween Theile brennbare rechnen darf; da die Entzündung der Brennluft aus vegetabilischen, oder thierischen Körpern in gleicher Vermischung mit eben so viel gemeiner Luft weder auf einmal, noch mit einem so heftigen Knalle vor sich geht.

3. Versuch. Füllt man eine in Salpetersäure umgestürzte Glocke mit brennbarer Luft, so wird ihr Volum durch die Dämpfe der Säure vermehrt, und die Mischung explodiert eben so, als jene mit brennlicher, und gemeiner Luft. Diese Mischung ist ein Schießpulver in Luftgestalt, und ihre Explosion beruht mit der des Schießpulvers auf einerley Gründen, nämlich aus der Entwicklung der dephlogistisierten Luft aus den Salpeterdämpfen, wodurch die Verbrennung der brennbaren Luft befördert wird.

d) Unter allen Gasarten ist die brennbare Luft die leichteste, obwohl sich gleich bey ihrer spezifischen Schwere beträchtliche Unterschiede finden, je nachdem sie aus Metallen, oder aus organisierten Substanzen, oder auf andere Arten entbunden mehr

oder weniger rein hervorkömmt. Am leichtesten ist die, welche sich bey der Auflösung aus Zink in Salzsäure entwickelt. Die aus organisierten Körpern entbundene Luft, vorzüglich die Sumpfluft ist um nicht viel leichter, als die atmosphärische, aber weit schwerer, als alle übrigen brennbaren Gasarten. Je schneller sie entwickelt wird, desto leichter ist sie; durch eine schnelle Entwicklung wird sie um 12mal leichter, als die atmosphärische, da sie hingegen bey einer langsamen Entwicklung nur 7 — 8mal leichter ist. — Auf die so große Leichtigkeit der brennbaren Luft gründet sich auch die Erfindung des Herrn Charles, dieses Gas zur Erhebung der ärostatischen Maschinen (§. 29.) zu gebrauchen, wozu die aus Zink in Salzsäure schnell entwickelte am sichersten Anwendung findet.

e) Das brennbare Gas, wenn es von Luftsäure rein hervorkömmt, wie aus den Metallen, oder nachhin von selber durch Schütteln im Kalkwasser gereiniget wird, löst sich nicht im Wasser auf; zersetzt die Salpeterluft nicht; färbt die Lakmustinctur nicht roth; trübt das Kalkwasser nicht; hat immer einen starken, übeln Geruch, der aber bey jeder Art verschieden ist, und besonders davon abhängt, ob die Luft aus Metallen, animalischen, oder vegetabilischen Körpern entbunden worden. Die Versuche selbst bestätigen diese Eigenschaften des brennbaren Gas.

§. 52.

C) Ihre Bestandtheile.

Was die Natur, und das innere Wesen dieser entzündbaren elastischen Materie betrift, so sind die Meinungen jener, welche sich an diese Untersuchungen gewagt haben, sehr getheilt. Aus dem Wasser, welches sich beym Abbrennen des brennbaren Gas mit respirabler Luft niederschlägt, nehmen die Antiphlogistiker das leichte brennbare Gas, und die dephlogistisierte Luft als die Basis des Wassers, mithin das Wasser selbst als zusammengesetzt aus diesen beyden Luftarten an. Um die respectiven Quantitäten der zum Abbrennen angewandten Gasarten zu messen, und das dabey niedergeschlagene Wasser gehörig zu sammeln, und zu wägen, hat man eigene Geräthschaften zubereitet, die den Namen Gazometer führen. Allein um die angeführten Phänomene zu erklären, bedarf es nach Prof. Grens Theorie keineswegs dieser Zusammensetzung des Wassers. Nach dieser Theorie ist die Basis des brennbaren Gas das Wasser, der Brennstoff, und etwas von der dazu angewendeten Säure; und diese Basis ist durch den Wärmestoff im luftförmigen Zustande. Wird das brennbare Gas mit der respirabeln Luft zur Entzündungshitze gebracht, so zieht die respirable Luft im Verhältniß ihrer Reinigkeit den Brennstoff des brennbaren Gas an sich, welcher zum Theil in Licht und Wärmematerie zersetzt, als Feuer hervortritt, und zum Theil auch von der dephlogistisierten Luft aufs neue gebunden wird; daher sie phlogistisiert werden muß. Bey

dieser Zersetzung des brennbaren Gas schlägt sich sein Wasser nieder, und da dieses Wasser vorher in der Luft durch die Verbindung mit dem Brennstoff eines Theils seines Gewichtes beraubt worden war, so muß es auch itzt mehr wiegen, nachdem der Brennstoff abgeschieden worden ist, als das Gas für sich wog.

§. 53.

Hepatisches Gas, Schwefelleber-gas, stinkende Schwefelluft.

A. Art und Weise es zu erzeugen.

1. Dieses Gas erhält man aus jeder Art Schwefelleber, sie mag ein alkalisches Salz, oder eine alkalische Erde, oder ein Metall zum Grunde haben, wenn man irgend eine Säure, vorzüglich aber die gemeine Salzsäure, darauf gießt, welche selbst in ihrer Mischung Brennbares enthält, und folglich nicht so sehr, als andere sich des Brennbaren zu bemächtigen trachtet. Die Salpetersäure allein ausgenommen schickt sich zur Entbindung dieses Gas nicht, weil sie sich mit dem Brennbaren verbindet, und eine salpeterartige Luft hervorbringt. Zu dem Ende schüttet man auf eine frisch aus feuerbeständigen ätzenden Laugensalz und Schwefel bereitete, gepulverte Schwefelleber in die Entbindungsflasche Vitriolsäure, oder gemeine Salzsäure, welche wegen größerer Verwandtschaft mit der Substanz, womit der Schwefel zur Bildung der Schwefelleber verbunden ist, solche davon scheidet; diese Zersetzung der Schwefelleber ist mit der Entwicklung des hepatischen Gas immer verknüpft, das man

wieder

wieder eben so, wie die vorigen Gasarten auffangen kann.

2. Scheele gewann dieses Gas auch aus einem Gemenge von Schwefel, und Kohlenstaub, oder von Schwefel, und Oele durch Destillation.

3. Es ist auch ein Bestandtheil von gewissen schwefelführenden Wässern, und den Ausdünstungen derselben.

§. 54.

a) Diese Gasart hat einen starken, sehr unangenehmen, und mit dem der aufgelösten Schwefelleber, oder der faulen Eyer ähnlich stinkenden Geruch.

B. Ihre vorzüglichsten Eigenschaften und Wirkungen.

b) Sie ist mephitisch, oder irrespirabel, und verlöscht das Feuer.

Versuch. Thiere sterben sehr schnell in selber, so wie auch ein Licht, welches mit der Vorsicht in selbe gebracht wird, daß nur sehr wenig atmosphärische Luft zutreten kann, sogleich verlischt.

c) In der Berührung mit respirabler Luft ist sie entzündbar, brennt mit einer röthlich blauen Flamme, und setzt dabey an die Wände des Gefäßes etwas Schwefel ab. Mit dreymal soviel atmosphärischer Luft verbrennt es schneller, und mit einem Knalle.

Versuche, wie vorhin mit der brennbaren Luft (§. 51. lit. c.)

d) Sie trübt das Kalkwasser nicht, und macht die Lakmustinctur nicht roth, wenn ihr anders kein

luft-

luftsaures Gas anhängt; färbt aber den Veilchensyrup grünlicht. Sie zersetzt auch die Salpeterluft nicht. Beweise aus Versuchen.

e) Durch die respirable Luft wird dieß Gas zersetzt, ein wahrer Schwefel daraus niedergeschlagen; die respirable Luft selbst wird dadurch phlogistisiert, und verdorben.

Versuch. Mischt man dieß Gas über Queckssilber mit atmosphärischer, oder dephlogistisierter Luft, so vermindert sich das Volum beyder Luftarten, die hepatische Luft läßt den Schwefel fallen, und die respirable Luft wird verdorben.

f) Vom kalten Wasser wird es durch Schütteln, wenn die atmosphärische Luft davon ganz ausgeschlossen ist, verschluckt, und dieß wird dann in seinem widerlichen Geruch, Geschmack, und übrigen Verhalten den sogenannten natürlichen Schwefelwässern ähnlich, dergleichen das Karlsbad u. a. schweflige warme Bäder sind. Durch lange Berührung mit der gemeinen Luft verliert dieß künstliche Schwefelwasser seinen süßlichen eckelhaften Geschmack, wobey sich Schwefel niederschlägt. Versuche hievon.

g) Gesättigtes Schwefelwasser schlägt die Metalle aus ihren Auflösungen in Säuern mit verschiedenen Farben nieder, vorzüglich das Bley, welches schwarzbraun gefällt wird, schwärzt das Silber, und Queckssilber, und löst die Eisenfeile auf, die dadurch erhaltene Feuchtigkeit wird in ihrer Vermi-

schung

schung mit Galläpfeln pupurroth gefärbt. Hierauf gründet sich die Hahnemanische Weinprobe um Bley zu entdecken.

§. 55.

C. Ihre Bestandtheile.

Nach Bergmanns Meinung, dem wir die Entdeckung dieser Gasart schuldig sind, besteht die hepatische Luft aus Phlogiston, und Schwefel, durch den gebundenen Wärmestoff in Luftgestalt gebracht, und erhalten. Nach Grens Meinung ist ihre Basis Schwefel, Brennstoff, und Wasser, durch Wärmestoff im luftförmigen Zustande. Die Entstehung dieser Gasart erklärt selber, in seinem Handbuche der systematischen Chemie (I. Th. §. 770.), aus dem schwachen Zusammenhange der Bestandtheile des Schwefels in der Schwefelleber, wobey die Laugensalze, Erden, oder metallischen Theile die Vitriolsäure des Schwefels stärker, als sein Phlogiston anziehen, und also gleichsam einen Theil des Phlogistons freymachen, wodurch bey der Entbindung dieser Art ein Theil des Schwefels mit mehrern Phlogiston verbunden, und durch die Bindung des Wärmestoffes luftförmig wird.

§. 56.

Phosphorluft, entzündliches Phosphorgas.

A. Art, und Weise es zu erzeugen.

Man bereitet sich dieß Gas am bequemsten, und leichtesten, nach Grens Vorschrift, auf folgende Art: Man schüttet in kleine irdene Retorte zwey Unzen, frisch an der Luft zerfallnen, gebrannten Kalk, ein Quentchen in kleine Stücke geschnit-

tenen

tenen Phosphorus, und eine halbe Unze Wasser, schüttelt es untereinander, kittet in den Hals der Retorte eine gekrümmte gläserne Röhre, die höchstens $1\frac{1}{2}$ Linie im Lichten hat, und deren unteres Ende unter einer mit Wasser gefüllten Vorlage des pneumatischen Apparats steht. Man erhitzt nun die Retorte ganz allmählig im Sandbade; so wie sie anfängt heiß zu werden, entwickelt sich auch sogleich das brennbare Phosphorgas. Man hat sich dabey insbesondere vor der Entzündung zu hüten, die im Anfange der Destillation durch die im Destillirgefäße eingeschlossene respirable Luft statt finden kann.

§. 57.

B. Ihre vorzüglichsten Eigenschaften und Wirkungen.

a) Dieses Gas hat das charakteristische, daß es sich bey der Berührung einer nicht sehr kalten respirabeln Luft sogleich von sich selbst mit einer Explosion entzünde, mit einer sehr weißen Flamme brenne, und dabey Phosphorsäure absetze, denn es macht das Wasser, worüber es brennt, sauer. Auch der übergebliebene Theil brennt noch, wenn er angezunden wird.

b) Es ist zum Athemholen untauglich, hat einen eigenen stinkenden Geruch, der dem der faulen Fische ähnlich ist, wird durch luftsaures Gas, Salpetergas, hepatisches Gas nicht zersetzt, und röthet die Lakmustinctur nicht.

§. 58.

§. 58.

C. Ihre Bestandtheile und Basis.

Die Bestandtheile dieser Gasart sind wahrscheinlich Phosphorsäure, und Brennstoff, welche beyde mit Hilfe des gebundenen Wärmestoffes in Luftgestalt gebracht, und erhalten werden. Doch ist ihre eigentlichere Beschaffenheit noch wenig untersuchet worden, theils weil sich mit ihr sehr wenige Versuche anstellen lassen, theils weil sie wegen ihrer leichten Entzündlichkeit sehr schwer in Menge zu erhalten, und ihre Entwicklung mit einiger Gefahr verbunden ist.

§. 59.

Flüchtigalkalische, urinöse Luft, oder Gas.

A. Art, und Weise sie zu erzeugen.

Diese mephitische, entzündbare, und mit Wasser mischbare Gasart erhält man durch Erwärmung eines sehr stark ätzenden Salmiakgeistes in einer kleinen Retorte; oder noch besser, wenn man zween Theile lebendigen, frischzerfallnen Kalk mit einem Theil Salmiak vermischt, mit etwas Wasser befeuchtet, und auf obige Art destillirt, die entwickelte alkalische Luft aber mittelst des Queckſilber-Apparats auffängt.

§. 60.

B. Ihre vorzüglichsten Eigenschaften und Wirkungen.

a) Dieses Gas hat einen sehr durchdringenden, fast erstickenden Geruch vom flüchtigen Alkali. Es ist den Thieren tödtlich, und zum Athmen untauglich.

b) Sie löscht für sich allein das Feuer aus; ist aber bey genugsamen Zutritt atmosphärischer Luft selbst entzündlich.

c) Sie

c) Sie ist leichter, als gemeine Luft im Verhältniß von 7 : 15.

d) Sie zersetzt die Salpeterluft eben so wenig, als sie das Kalkwasser trübt.

e) Mit der fixen Luft verbindet sie sich, und es wird aus beyden ein fester Körper, nämlich mildes flüchtiges Alkali.

f) Das Wasser, welches diese Luft bey der Berührung, und Erwärmung sogleich verschluckt, besitzt alle Eigenschaften eines aufgelösten flüchtigen ätzenden Laugensalzes, oder wird in Salmiakgeist verwandelt. Es erhält dadurch den nämlichen Geruch, und verwandelt die blaue Farbe des Veilchensyrups in grüne.

g) Das Eis wird davon schnell zum Schmelzen gebracht.

* Alle diese Eigenschaften machen wir durch Versuche anschaulich.

§. 61.

C. Ihre Bestandtheile.

Die vorigen Eigenschaften zeigen deutlich, daß diese Gasart das flüchtige Laugensalz selbst sey; welchem der damit in größerer Menge verbundene Wärmestoff eine luftförmige Gestalt gegeben hat. Diese gebundene Wärme wird frey, wenn Wasser, Säuern u. a. das Laugensalz anziehen. Auch das Eis macht Wärme frey, aber das Schmelzen bindet sie wieder, daher entsteht hiebey Kälte.

§. 62.

§. 62.

1. Die beste Methode, die salzsaure Luft zu erhalten, ist folgende: Man fülle etwa den sechsten oder vierten Theil eines gläsernen Kolbens mit zween Theilen gemeinen Kuchensalzes an, gieße einen Theil concentrirte Vitriolsäure darauf, und lasse den entbundenen Dampf durch ein gebogenes Rohr in Queckſilber = Apparat übergehen, wobey man noch die Entwicklung durch Erwärmung des Kolbens befördern kann. Salzsaures Gas, luftige Salzsäure.

2) Der starke rauchende Salzgeist giebt schon von selbst Dampfe von sich, die alle Eigenschaften der salzsauern Luft besitzen, vorzüglich wenn er mittelst des vorigen Apparats destillirt wird.

§. 63.

a) Diese elastische Flüßigkeit verliert ihren luftförmigen Zustand, sobald sie die atmosphärische Luft berührt, wobey sie einen Theil der gebundenen Wärme absetzt, und hiedurch zu einem weißgrauen Dampf wird; je feuchter die Luft ist, desto stärker ist dieser Dampf. B. Ihre vorzüglichsten Eigenschaften und Wirkungen.

b) Sie ist beträchtlich schwerer, als gemeine Luft, und zwar im Verhältniß wie 3 : 2.

c) Sie hat einen erstickenden Geruch, der dem der Dämpfe gleich ist, die von der rauchenden concentrirten Salzsäure aufsteigen; hat einen sauern ätzenden Geschmack, und äußert alle die Wirkungen, welche eine Säure besitzt.

Ver=

Versuch. Ein mit Lakmus blaugefärbter Lappen wird in dieser Luft sogleich hellroth.

d) Sie ist zum Athemholen untauglich, tödtet augenblicklich Thiere, und löscht das Licht aus.

Versuch mit einer Maus, und einer Lichtflamme, die zwar anfangs einen Augenblick mit einer grünen, oder lichtblauen Farbe brinnt, sodann aber verlöscht.

e) Sie wird vom Wasser schnell eingesogen, und erhält dadurch alle Eigenschaften der flüßigen Salzsäure. Diese Verbindung ist mit Wärme verknüpft, die von der Absetzung eines Theils des gebundenen Wärmestoffs der salzsauern Luft, bey ihrem Uebergange zu einer tropfbaren Flüßigkeit, herrührt. Deßwegen muß diese Gasart in Gefäßen, die mit Queckſilber gefüllt sind, aufgefangen werden.

Versuch. Das Wasser absorbirt dieses Gas sogleich bey der Berührung, bekömmt die Eigenschaften einer Säure, färbt den Veilchensyrup roth u. s. w.

f) Das Eis schmelzt in dieser Luft sehr bald, wegen dem dabey losgewordenen Wärmestoff.

Versuch mit einem Stück Eis.

g) Die ätzenden Laugensalze verwandelt sie ebenfalls sogleich in salzsaure Neutralsalze.

h. Mit der flüchtig alkalischen Luft verbindet sie sich sehr schnell; beyde verlieren ihre Luftgestalt, und es entsteht aus ihrer Verbindung Salmiak in fester Gestalt.

Versuch mit so einer Mischung.

1) Weder Salpetergas, noch luftsaures Gas, noch Stickgas, noch entzündliches, noch hepatisches Gas zersetzen dasselbe, noch werden sie davon zersetzt.

§. 64.

C. Ihre Bestandtheile.

Aus allen diesen Eigenschaften, welche mit denen der Salzsäure ganz übereinstimmen, zeigt sich sehr deutlich, daß die salzsaure Luft eine wahre mit Phlogiston verbundene, und durch Feuermaterie in Luftgestalt gebrachte Kochsalzsäure sey. Sie unterscheidet sich aber von einem andern elastischen Stoffe, oder Dampfe, welcher den Namen der dephlogistisirten Salzsäure führt.

§. 65.

Dephlogistisirte Salzsäure in Luftgestalt.

A. Art, und Weise sie zu erzeugen.

Wenn man drey Theile gut concentrirte Salzsäure über ein Theil gepulverten Braunstein destillirt; oder wenn man über ein Gemisch aus 2 Theilen Kochsalz, und 1 Theil Braunstein behutsam $1\frac{1}{2}$ Theil Vitriolöl gießt, so geht die Salzsäure in Luftgestalt dephlogistisirt durch den pneumatischen warmen Wasserapparat in die Gefäße hinüber. Der Braunstein hält wegen überwiegender Verwandtschaft das Phlogiston der Säure zurück, es wird daher die Salzsäure ihres Phlogistons beraubt oder dephlogistisirt, nimmt die Gestalt einer luftförmigen Flüßigkeit auf, und entzieht wegen größerer Verwandtschaft den meisten Körpern ihr

Phlo-

Phlogiston; durch Verbindung mit dem Phlogiston wird sie wieder in gewöhnliche Salzsäure verwandelt. Aufbehalten wird sie am besten in gläsernen Gefäßen mit gläsernen Stopseln.

§. 66.

B. Ihre vorzüglichsten Eigenschaften und Wirkungen.

a) Diese Säure in Luftgestalt hat einen ihr ganz eigenen scharfen Geruch und Geschmack, ist in der gewöhnlichen Temperatur, wie eine permanentelastische Luft, durchsichtig, aber von gelber Farbe. Bey größern Graden der Kälte schießt sie in kleine, feste, und gelbe Krystalle an, die durch die Erwärmung wieder elastisch flüßig werden; daher man sie im strengern Sinne nicht wohl unter die Luftarten rechnen kann.

b) Sie giebt als Säure den blauen Pflanzensäften gleich eine rothe Farbe, entfärbt sie aber mit der Zeit ganz, so wie sie allen vegetabilischen und animalischen gefärbten Körpern die Farbe benimmt.

Versuch. Lakmustinctur wird in dieser Luftart gleich hellroth. — Verschieden Färbige Blumen, auch grüne Blätter werden in ihr in kurzer Zeit entfärbt, und weiß; deßhalb kann man sie auch mit vielen Vortheilen zum Bleichen verschiedener Substanzen anwenden.

c) Sie ist untauglich zum Athmen, und zum Unterhalt des Feuers.

Versuch. Ein warmblütiges Thier stirbt in selber sogleich; so wie eine brennende Kerze in

selber

selber schnell verlischt, das Urinphosphorlicht ausgenommen.

d) Vom kalten Wasser wird sie etwas schnell verschluckt, vom warmen aber nicht schnell, deßwegen soll sie in ihrer Erzeugung in einem warmen Wasser-Apparat aufgefangen werden. — Das damit imprägnirte kalte Wasser hat eben den Geruch, eben die Wirkungen, wie die Säure selbst.

e) Sie verbindet sich mit allen Laugensalzen, und macht in diesen Verbindungen Neutralsalze.

Versuch mit so einer Vermischung.

f) Alle Metalle werden in dieser Säure zerfressen, und aufgelöst, verschiedene entzünden sich auch darinn von selbst.

Versuch. Blattgold wird in dieser Luft aufgelöst, und fein gepulverter Spiesglaskönig in dieser Luft geschüttelt, glüht sogleich, und entzündet sich.

g) Sie zersetzt die Salpeterluft.

Versuch. Bey ihrer Mischung mit Salpeterluft wird diese sogleich mit Erhitzung zersetzt, und die Mischung erhält dadurch eine dunkelrothe Farbe.

h) Aus dem hepatischen Gas schlägt sie Schwefel nieder, und mit dem urindsen Gas erzeugt sie eben so, wie die salzsaure Luft eine weiße Wolke, und eine Gerinnung, welche wahrer Salmiak ist.

Versuche mit diesen Mischungen bestätigen diese Wirkungen.

§. 67.

§. 67.

C. Ihre Bestandtheile.

Nach den Wirkungen zu urtheilen ist die dephlogistisirte Salzsäure, wie ich schon oben angeführt habe, nichts als eine Salzsäure, die ihres Phlogistons beraubt mit der Wärmematerie so innig verbunden ist, daß sie nur als elastischer Dampf erscheint, und nicht eher tropfbar wird, bis sie Phlogiston genug an sich gezogen hat, wodurch sie (nach Crawforts Theorie) ihren gebundenen Wärmestoff verliert.

§. 68.

Vitriolsaure Luft, oder Gas, luftförmige Schwefelsäure, Schwefelgas.

A. Art, und Weise sie zu erzeugen.

1) Um dieses Gas zu erhalten darf man nur in die Entbindungsflasche etwas Oliven- oder Mandelöl thun, und darüber etwa 3 — 4mal soviel sehr concentrirtes Vitriolöl gießen, so daß beydes zusammen das Drittel, oder die Hälfte der Flasche füllt. Dieß giebt bey einer gelinden Wärme, wozu schon die Flamme eines Wachslichts hinreichend ist, die elastische Materie, welche im Queckfilber-Apparat aufgefangen wird. Statt des Oels kann man auch Wachs, Weingeist, Aether, Kohlen, und andere brennbare Körper nehmen, die Metalle, z. B. Queckfilber u. d. gl. geben sie mittelst der Hitze am reinsten; Gold, und Platina ausgenommen. Von Substanzen, welche mit der Vitriolsäure heftig aufbrausen, z. B. Oel, und Queckfilber darf man nicht zuviel nehmen, weil sonst die Gefäße leicht zerspringen. Mit Holzkohlen, auch mit Zucker geht die Entbindung am stillesten vonstatten.

2) Um

2) Um die Quelle des Aachner Bades findet man diese Luft natürlich.

§. 69.

a) Sie ist nach Fontana noch einmal so schwer, als die gemeine Luft.

b) Sie wird vom Wasser, und zwar auch vom siedenden schnell verschluckt; das mit ihr verbundene Wasser besitzt alle Eigenschaften der phlogistisirten Vitriolsäure.

B. Ihre vorzüglichsten Eigenschaften und Wirkungen.

Versuch. Wird Wasser mit dieser Luft in Berührung gebracht; jenes wird diese sogleich einsaugen, einen sauern Geschmack annehmen, den Veilchensyrup sogleich roth färben, nach einiger Zeit aber ganz entfärben.

c) Sie hat einen durchdringenden erstickenden Geruch, der dem des brennenden Schwefels ganz ähnlich ist.

d) Sie ist zum Athemholen, wie zur Unterhaltung des Lichts untüchtig — Thiere sterben in ihr, und Lichter löschen augenblicklich darinn aus.

e) Sie bringt ein Stück Eis durch ihren dabey losgewordenen Wärmestoff sehr bald zum Schmelzen.

f) Sie zersetzt das Salpetergas nicht, und wird selbst in keiner irrespirabeln Luft zersetzt.

g) Die respirable Luft zersetzt sie unter Erwärmung, und jene wird phlogistisirt; wenn sie in hinlänglicher Menge damit vermischt wird, so wird das Schwefelgas allmählig zur Vitriolsäure.

§. 70.

C. Ihre Bestandtheile.

Die Bestandtheile der vitriolsauern Luft sind Vitriolsäure, und Phlogiston, deren Vereinigung durch die gebundene Wärme im luftförmigen Aggregatzustande gebracht ist; diese Luftart enthält vielmehr Säure, und verhältnißmäßig zu ihrer Säure viel weniger Phlogiston, als die hepatische Luft. Dieses verschiedene Verhältniß ihrer sonst gleichen Bestandtheile ist die Ursache der verschiedenen Eigenschaften dieser beyden Luftarten.

§. 71.

Flußspathluft, flußspathsaure Luft, spathsaures Gas.

A. Art, und Weise sie zu erzeugen.

Dieses Gas erhält man dadurch, daß man gepulferten, phosphorescirenden Flußspath mit halb soviel Vitriolöl vermittelst des Queckfilberapparats aus einer bleyernen Retorte bey einer gelinden Wärme destillirt.

§. 72.

B) Ihre vorzüglichsten Eigenschaften, und Wirkungen.

a) Sie ist schwerer, als die atmosphärische Luft, nach Fontana im Verhältnisse von 3 : 1.

b) Sie ist zum Unterhalt des Feuers, und zum Athemholen untauglich.

Versuch. Das in ihr befindliche Licht löscht sie augenblicklich aus, und die Thiere tödtet sie.

c) Sie ist sauer, und hat einen der Salzsäure sehr ähnlichen Geruch, und giebt alle Kennzeichen einer Säure von sich.

d) Sie

d) Sie trübt das Kalkwasser, färbt Lakmustinctur roth.

Versuch. Ein mit Lakmus blau gefärbter Lappen wird in dieser Luft hell roth.

e) Sie wird weder von dem luftsauern Gas, vom Stickgas, vom entzündbaren, hepatischen, noch vom Salpetergas zersetzt.

f) Flüchtig alkalisches Gas, und flußspathsaures Gas zusammengebracht, verlieren beyde sogleich ihre Luftgestalt, und werden augenblicklich unter Erwärmung zu einem festen Neutralsalz, nämlich zu Flußspathsalmiak.

Versuch mit dieser Vereinigung.

g) Sie wird unter Erwärmung sogleich zersetzt, und in weißgrauen Rauch verwandelt, wenn sie die atmosphärische Luft berührt.

Versuch mit so einer Mischung.

h) Vom Wasser wird sie bey der Berührung sogleich eingesogen, wodurch sie unter Erwärmung ihre Luftgestalt verliert, dem Wasser aber eine Säure mittheilt.

Versuch. Wasser mit diesem Gas in Berührung gebracht, hat alle Kennzeichen einer Säure.

i) Sie löst, wenn sie erhitzt wird, das Glas, und die Kieselerde auf, deßwegen darf sie nicht in gläsernen Gefäßen entbunden werden, wenn man sie rein erhalten will.

Versuch. Wird dieses Gas durch Destillation des Flußspathes mit Vitriolöl in einem gläsernen Gefäße bereitet, so wird das Glas zernagt, und da man zu dieser Luft Wasser zutretten läßt, so setzt sich auf dem Wasser eine weiße Rinde ab, die aus Kieselerde besteht, welche von der Flußspathsäure aus den Glasgefäßen aufgelöst, und mit solcher in luftförmigen Aggregatzustande getretten war.

§. 73.

C) Ihre Bestandtheile.

Diese Eigenschaften bringen es zur völligen Gewißheit, daß die Flußspathluft nichts anders, als eine durchs Feuer in den luftförmigen Zustand versetzte Flußspatsäure sey.

Da diese Säure die einzige unter allen ist, welche die Kieselerde auflöst, und also das Glas angreift, so erklärt sich die Entstehung der steinigten Rinde ganz leicht, welche, wenn sie abgewaschen, und von aller Säure befreyt wird, sich in ein weißes Pulver, oder wahre Kieselerde verwandelt, die ganz feuerbeständig, und selbst im Brennpunkte unschmelzbar ist, wie der Quarz und Kiesel. Dieß bestätiget sich nochmehr dadurch, daß die Erzeugung der steinigten Rinde wegfällt, wenn die Spathluft in metallenen Gefässen verfertiget wird, weil sie aus selben keine Kieselerde mit sich nehmen kann. Bestätigung genug für den sonst kaum glaubwürdigen Satz, daß die so schwere, feste, und feuerbeständige Erde durch den gebundenen Wärme-

stoff in ein luftförmiges elastisches Aggregat gebracht werden kann.

Einathembare, oder respirable Luftarten.

§. 74.

Dephlogistisirte Luft, reine Luft, Lebensluft, dephlogistisirtes Gas.

Diese Luftart ist unter allen die merkwürdigste, und ihre Erkenntniß hat zu der Erklärung vieler Erscheinungen in der Natur den Grund gelegt, vorzüglich kam man durch solche erst zur richtigen Kenntniß der atmosphärischen Luft.

A) Art und Weise sie zu erzeugen.

Die merkwürdigsten Methoden, sie zu erhalten sind:

1) Durch starke Erhitzung verschiedener Mineralien, vorzüglich des Salpeters, Braunsteins, aller salzigen, erdigen, metallischen Neutral, und Mittelsalze, welche die Salpetersäure zum Bestandtheil haben.

2) Durch Erhitzung einiger Metallkalke, z. B. Mennige, rothen Queckſilber-Niederschlag. — Die allerreinste gewährt der ohne Zusatz bereitete rothe Queckſilber-Kalk.

3) Durch Aussetzung des Brunnenwassers an die Sonnenstralen, sobald sich die grüne Materie am Boden, und an den Seiten des Bassins erzeugt hat.

4) Durch Kochen einiger Arten von Wasser.

5) Aus

5) Aus allen Vegetabilien, vorzüglich saftiger Kräuter, und Wasserpflanzen, wenn sie unter Wasser dem Sonnenliche ausgesetzt werden.

Die beste Methode, sie zu erhalten, ist unter allen die Erhitzung des Braunsteins, oder des Salpeters. Es wird zu dem Ende in eine kleine gläserne Retorte, die aber anfangs ganz dünn mit Thon überzogen, wohl ausgetrocknet, und so wiederholtermalen vollkommen beschlagen, und ausgetrocknet ist, ein Pfund gepulverten Braunstein, oder Salpeter geschüttet, die Retorte selbst in einen Wind- oder Reverberirofen ins freye Feuer gelegt, an die Oeffnung der Retorte aber eine Röhre angekittet, die mit dem aufwärts gebogenen Ende unter dem Trichter im Brette der Wanne des pneumatisch-chemischen Apparats gebracht wird, aus welcher die Luft unter dem Wasser hervorwallt. Anfangs geht bloß die atmosphärische Luft aus der Röhre, und Retorte über, sobald aber der Braunstein glüht, entwickelt sich dephlogistisirte Luft, die man mittelst einer mit Wasser gefüllten Glocke oder Bouteille aus der Röhre auf dem Brette auffangt. So kann man aus 16 Unzen Braunstein 760 — 780 Cubikzolle dephlogistisirte Luft erhalten. Der Salpeter verliert durch diese Operation seine Säure, gänzlich, und es bleibt in der Retorte bloß der laugenartige Rückstand, der die Basis dieses Salzes ausgemacht hatte.

§. 75.

Bey dem bisher über sie angestellten Versuchen hat man folgende Eigenschaften wahrgenommen.

B. Ihre vorzüglichsten Eigenschaften und Wirkungen.

a) Sie ist etwas spezifisch schwerer, als die gemeine Luft, aber leichter, als die Luftsäure.

b) Diese Luftart, welche im Grunde die einzige einathembare ist, durch welche es auch atmosphärische wird, ist den Thieren sehr zuträglich, das Geschäft des Athemholens geht in solcher noch viel leichter vonstatten, als in der gemeinen, und ein Thier, welches in eine bestimmte Masse dieser Luft eingeschlossen ist, kann darinn 5 — 6mal länger, als in einer gleichen Masse gemeiner Luft unter sonst gleichen Umständen leben. Ingenhouß gab ihr deßwegen den Namen Lebensluft, weil sie die einzige ächte Luft ist, die wir athmen, und vermittelst welcher wir leben. Deßwegen haben die berühmtesten Aerzte das Einathmen derselben aus mit solcher Luft gefüllten Blasen, vorzüglich bey Lungenkrankheiten, und in solchen Fällen, wo man sich in schädliche Luftgattungen hat wagen müssen, als Heilungsmittel, oder auch als Verwahrungsmittel nach Maaße zu gebrauchen, angerathen.

Versuch. Es wurden in zwey gleiche Massen gemeiner und dephlogistisirter Luft 2 kleine warmblütige Thiere von gleicher Art gebracht, und eingeschlossen; dasjenige, welches sich in der letztern befand, gab noch kein Zeichen der Aengstlichkeit von sich, als das andere schon mit vieler Mühe Athem holte,

es lebte fünfmal länger, und starb auf gleiche Art, wie das andere.

c) Sie hat weder Geruch, noch Geschmack, und zeigt überhaupt nicht das geringste von einer Säure. Sie trübt das Kalkwasser nicht, und läßt die Farbe der Pflanzensäfte unverändert.

d) Sie läßt sich gar nicht, oder nur sehr schwer mit dem Wasser vermischen, insofern dieß nicht durch Kochen, oder Destillation luftleer gemacht ist. Läßt sich aber in diesem Falle durch starkes Schütteln wieder davon befreyen. — Aus Versuchen bey ihrer Mischung mit Wasser.

e) Sie befördert das Verbrennen der Körper ungemein, und selbst Körper, die in gemeiner Luft nur glimmen, oder gar nicht brennen, brennen in dieser Luft mit einer Flamme, und alle brennenden Körper geben darinn ein weit helleres, und glänzenders Licht. Das schnelle Verbrennen der Körper in dephlogistisirter Luft macht auch den Grad der Hitze weit stärker, als in der gemeinen Luft.

1. Versuch. Ein Licht brinnt in dieser Luft mit einem blendenden Glanze, und sprühet viele kleine knisternde Funken aus.

2. Versuch. Das glimmende Docht desselben bricht darinn sogleich wieder zur Flamme aus, so wie auch ein Bindfaden, ein Schwamm, ein Holzspahn, ein Schwefelfaden ꝛc., die alle in der gemeinen Luft kaum sichtbar glimmen, in dieser

Luft

Luft mit einer ausgebreiteten weißen blendenden Flamme brennen.

3. Versuch. Eine Stahlfeder, an welcher ein Stückchen glimmender Schwamm befestiget ist, verbrennt, und schmelzt in dephlogistisirter Luft mit vielem Funkenwerfen, dergestalt, daß der Stahl mit einem sehr blendenden Glanze in Tropfengestalt läuft.

4. Versuch. Kampfer und Phosphorus brennen in dieser Luft mit einem bewunderungswürdigen Glanze.

5. Versuch. Wird mittelst einer Blase, oder eines besonders dazu eingerichteten Instruments dephlogistisirte Luft durch ein Löthrohr auf glühende Kohlen, oder auf die Flamme einer Lampe gerichtet, so wird die Flamme blendend weiß, und ein in die Spitze dieser Flamme gehaltener Eisendrath, oder andere Metallstückchen, ja sogar Platinakörner zerschmelzen, und laufen in Tropfen ab.

f) Mit brennbarer Luft vermischt giebt diese Luftart eine sehr starke Knallluft, die sich bey Annäherung einer Flamme, oder durch den elektrischen Funken entzündet, und mit einer heftigen Explosion abbrennt.

1. Versuch. Wird eine Blase, die an einen Hahn gebunden ist, mit einer Vermischung von 2 Theilen entzündbarer, und 1 Theil dephlogistisirter Luft über den pneumatisch-chemischen Apparat gefüllt,

füllt, und nach geöffnetem Hahne die Oeffnung sogleich gegen ein brennendes Licht gehalten, so entzündet sich diese Luftmischung bey der Berührung der Flamme augenblicklich mit einem überaus heftigen Knalle, und die Blase wird zersprengt.

2. Versuch. Wird die Oeffnung der mit dieser Luftmischung gefüllten Blase in ein wohl abgeschlagenes Seiffenwasser gesteckt, dann der Hahn geöffnet, und die Blase mit der Hand zusammengedrückt, so wird die ausgetretene Luft auf der Oberfläche des Wassers Blasen werfen, die durch Annäherung eines brennenden Lichtes mit einem gewaltigen Knalle zerplatzen, der in eingeschlossenen Zimmern dem Gehöre der Anwesenden sehr nachtheilig seyn kann.

g) Die Salpeterluft wird von der dephlogistirten wie von der gemeinen Luft zersetzt, nur ist die Röthung, und die Erwärmung dabey weit beträchtlicher, und man braucht eine weit geringere Menge von der dephlogistisirten Luft, als von der atmosphärischen, um eine gleiche Menge Salpeterluft zu zersetzen. (§. 48.) — Die Verminderung des Raumінhalts der reinen Luft durch genugsame Salpeterluft ist weit größer, als bey der atmosphärischen; die, welche übrig bleibt, ist ganz phlogistisirt. So wird auch die reinste dephlogistisirte Luft durch alle die Mittel, welche die gemeine Luft phlogistisiren, immer schlechter, und kömmt der atmosphärischen Luft in allen Eigenschaften immer näher, bis sie

endlich

endlich, wie diese, ganz in Stickluft verwandelt wird, wie es schon die Versuche bey b bestätigen.

1. Versuch. Wenn man Salpeterluft mit der dephlogistisirten in gleichen Theilen vermischt, so wird die Mischung dunkler rothgefärbt, als wenn man eine ähnliche Mischung von gemeiner und Salpeterluft gemacht hätte, nebenbey wird auch die Umfangsverminderung weit beträchtlicher. Wenn sie sehr rein ist, und man zu 2 Maaßen von ihr 2 Maaß Salpeterluft hinzuthut, so wird das ganze aus 4 Maaßen bestehende Gemisch in den Raum eines einzigen Maaßes zusammengezogen, und besteht nun mehr aus fixer und phlogistisirter Luft.

2. Versuch. In dem Rückstande der im Umfange verminderten Mischung dieser Luftarten verlischt ein Licht augenblicklich, und ein Thier wird in solcher schnell getödtet.

b) Durch Beymischung von dephlogistisirter Luft kann sowohl die phlogistisirte, als auch die fixe Luft zum Einathmen, und zur Beförderung der Verbrennung wieder geschickt gemacht werden.

Mit Versuchen bestätiget.

* Die Methode, eine Blase mit so einer verhältnißmäßigen Luftmischung zu füllen, verdient eine nähere Anzeige: Man setze die Glocke K mit offenem Hahne I in die Wanne GH, bis sie ganz vom Wasser voll ist; dann hebe man sie nach geschlossenem Hahne I auf das Brett F, das noch etwas Taf. IV. Fig. 1.

unter

unter Wasser steht, herauf, und setze sie über den Trichter O des pneumatisch-chemischen Apparats; man lasse unterm Wasser durch den Trichter O aus einer offenen Maaßbouteille brennbare Luft, und nachher auf die nämliche Art ½ Bouteille dephlogistisirte Luft in die Glocke aufsteigen. Demnach schraube man das mit einem Hahne M versehene Röhrchen N mit der darangebundenen, und von gemeiner Luft leeren Blase an L auf, öffne beyde Hahne I und M, und senke die Glocke wieder ins Wasser, damit durch den Druck des Wassers aufwärts die in der Glocke vorräthige Luftmischung in die Blase hinaufsteige. — Die damit gefüllte Blase kann man nach geschlossenem Hahne M wieder abnehmen, und sie zu den vorigen Versuchen gebrauchen.

§. 76.

C. Ihre Bestandtheile.

Man hat die dephlogistisirte Luft bald für einen Bestandtheil der Salpetersäure, bald für eine besondere Säure, die durch ihre innige Verbindung mit Phlogiston als freye Säure zu wirken nicht vermögend ist, gehalten. — Die neuern Versuche über die Verbrennung der brennbaren und dephlogistisirten Luft in verschlossenen Gefäßen, wobey man eine ansehnliche Menge Wasser erhält, die einigen zu beträchtlich zu seyn scheint, sie vor dem Verbrennen in diesen Luftarten nur als aufgelöst ansehen zu können, haben Veranlassung gegeben, die reine Luft für einen Bestandtheil des Wassers zu halten, welches als eine Zusammensetzung der dephlogistisirten und brenn-

baren Luft zu betrachten wäre, besonders da sich auch Wasser in brennbare, und dephlogisirte Luft zerlegen zu lassen scheint; denn die durch eine glühende eiserne Röhre geleitete Wasserdämpfe liefern brennbare Luft, während das Eisen beym Verkalken die damit losgewordene dephlogistisirte Luft bindet, welches das vermehrte Gewicht des Eisens beweiset. Aus dieser Entdeckung, von welcher beym Abschnitte vom Wasser ausführlichere Anzeigen gemacht werden, schließt Watt mit vielen andern neuen Naturforschern, daß die dephlogistisirte Luft nichts weiter, als ein seines Phlogistons beraubtes, und durch viele Feuermaterie luftförmiges Wasser sey. Diese Hypothese erklärt die Phönomene mit vorzüglicher Leichtigkeit, und es ist nicht zu zweifeln, daß sie durch die Aufschlüsse, welche sich nach de Luc daraus herleiten lassen, den allgemeinen Beyfall der Naturforscher, und einen sehr hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erhalten werde. Dem ungeachtet können wir die Fragen, warum diese Luft den athmenden Thieren so heilsam, so unentbehrlich ist, was sie für Wirkungen auf die thierische Maschine mache, mit Gewißheit nicht beantworten. Wir wissen nur soviel, daß sie zur thierischen Wärme mitwirkt, und also wahrscheinlich einen großen Theil der Wärme um das Blut in seiner Flüßigkeit zu erhalten, in der Lunge absetzt, und nach Crawford Phlogiston mit sich fortnimmt; denn Thiere, die durch Lungen athmen, haben mehr Wärme, als andere, die das nicht thun. Eben so wenig sind

wir

wir im Stande, die Frage, welchen Antheil sie auf die Farbe des Blutes hat, mit Zuverläßigkeit aufzulösen. Wahr ist es, Thiere ohne Lungen haben ein der Farbe nach ganz verschiedenes Blut von jenen, welche durch Lungen athmen. Andere Versuche zeigen wieder, daß sich die Farbe des Bluts ändert, sobald man es der dephlogistisirten Luft beraubt, und selbes einer andern aussetzt; aber sogleich wieder hochroth werde, wenn es an dephlogistisirte Luft kömmt.

§. 77.

Die Untersuchungen der dephlogistisirten Luft haben uns nicht nur eine genauere Kenntniß von der Beschaffenheit der atmosphärischen Luft verschafft, sondern auch zu richtigern Erklärungen der Verpuffung des Schieß- und Knallpulvers, und vieler anderer Phänomenen den Weg gebannt. Davon in folgenden §§en.

§. 78.

Gemeine, oder atmosphärische Luft, mit Rücksicht auf ihre Bestandtheile

Bey der so großen Menge von entzündlichen und phlogistisirten Körpern, bey der Verbreitung des brennbaren Wesen durch alle 3 Reiche der Natur, bey dem Athemholen so unzähliger Thiere, und überhaupts bey der auflösenden Kraft der Luft auf so viele verflüchtigte Stoffe, fällt es von selbst in die Augen, daß die atmosphärische Luft eine gewisse Quantität Phlogiston und Luftsäure mit sich führe. Dieser phlogistische

Ge-

Gehalt, und luftsaure Antheil der gemeinen Luft können weder zum Athmen, noch zum Verbrennen dienen (§§. 45 und 43.); es muß also in der atmosphärischen Luft noch ein anderer Theil vorhanden seyn, der sie respirabel, und zur Unterhaltung des Feuers fähig macht; dieser kann nichts anders seyn, als reine dephlogistisirte Luft (§. 75.), die allein respirabel, und zum Unterhalt des Feuers fähig ist, und auch durch Kunst erzeugt, bey den phlogistischen Processen in eine der atmosphärischen ähnliche Luftgattung übergeht, die mit dem Wachsthume der phlogistischen Quantität immerzu für den Unterhalt des Feuers, und den Thieren zum Athemholen untüchtiger wird, bis sie endlich ganz damit gesättiget, als Stickluft die Lichter auslöscht, und Thiere tödtet. Wir können daher mit allem Rechte die reine oder dephlogistisirte Luft als einen Grundbestandtheil der atmosphärischen Luft, als die eigentliche und wahre respirable Luft ansehen, die in einem mittlern Grade phlogistisirt, und mit einem Antheil von fixer Luft verbunden das Wesen von unserer atmosphärischen Luft ausmacht. Nach Scheelischen und Bergmannischen Versuchen beträgt der gewöhnliche Antheil an reiner Luft ungefähr $\frac{1}{4}$, an phlogistisirter $\frac{5}{8}$, an fixer höchstens $\frac{1}{16}$.

§. 79.

Ihre Mischung mit fremdartigen Stoffen.

Als fremdartige, und wahrscheinlicher, nur zufällig beygemischte Theile enthält die atmosphärische

Luft

Luft noch Wasser, verschiedene andere Luftarten, die bey ihrer häufigen Befreyung auf und inner der Erde in die Atmosphär übertretten, nämlich brennbare Luft, die wegen ihrer größern Leichtigkeit im Dunstkreise bis zu einer gewissen Höhe aufsteigt, fixe Luft, und noch mancherley andere flüchtige Stoffe, die aber alle nur als fremde Beymischung anzusehen sind. Eine so mannigfaltige Mischung muß auch nothwendig überaus große Veränderungen in den Eigenschaften der atmosphärischen Luft hervorbringen. Vermöge des Antheils der reinsten, oder dephlogistisirten Luft kann die atmosphärische Luft den Thieren zum Athemholen, den verschiedenen Ausdünstungen zum Aufnehmungsmittel dienen, die Verbrennung der entzündbaren Körper befördern, und die Fäulniß der organischen Körper erleichtern. Vermittelst ihres Gehalts an phlogistisirter Luft befördert sie das Wachsthum der Pflanzen, so wie sie mittelst des Antheils von fixer Luft die zerstörenden Wirkungen, und den geschwinden Fortgang der Fäulniß, und der Erdbrände mäßigt: deßwegen fesselt sie ihre überwiegende Schwere ganz nahe an die Oberfläche der Erde, wo sie sich mit der atmosphärischen Luft verbindet.

§. 80.

Mittel, die Güte der atmosphärischē Luft zu prüfen.

Da die Fähigkeit der atmosphärischen Luft zum Athemholen zu nützen, einzig und allein von dem darinn befindlichen Antheile dephlogistisirter

Luft

Luft abhängt, und diese Fähigkeit durch zugroße Vermehrung des phlogistischen Theiles abnimmt, so ist es allerdings interessant, den Grad der Reinigkeit der atmosphärischen Luft, oder eigentlich ihren Gehalt an dephlogistisirter Luft bestimmen zu können. Gewöhnlich bedient man sich dazu des Salpetergas, durch welches die damit vermischte respirable Luft phlogistisirt wird, beyde aber an ihrem Rauminhalte verhältnißmäßig mit der Größe des dephlogistisirten Antheils vermindert werden. (§. 48.) Man schließt daher aus der Verminderung des Umfanges der Luftmischung auf die Größe ihres Antheils an dephlogistisirter Luft. — Weil die atmosphärische Luft durch Salpetergas gemeiniglich nicht mehr, als um den vierten Theil ihres Umfanges vermindert wird, so hat man geschlossen, daß der reine Luftantheil in der Atmosphäre gewöhnlich ohngefähr $\frac{1}{4}$ betrage. Allein dieser Schluß gründet sich auf die unrichtige Voraussetzung, daß die reine Luft hiebey gänzlich vernichtet werde, welches doch nicht ist, indem sie zum Theil auch als phlogistisirte Luft zurückbleibt. Man muß folglich das Verhältniß der reinen Luft allerdings größer annehmen. Nebendem ist auch das Verhältniß der Menge des phlogistisirten Antheils zum dephlogistisirten in der Atmosphäre sehr veränderlich, und findet sich sowohl zu der nämlichen, als auch zu verschiedener Zeit nach der Lage der Oerter, und nach unzähligen Lokalumständen sehr verschieden.

Eudiometer, oder Luftgütemesser.

Das Werkzeug, worinn die zu prüfende Luft mit

der Salpeterluft bequem zusammengebracht, und aus der Verminderung des Raumes beyder Luftarten das Mehr oder Weniger vom phlogistischen Gehalt gehörig gemessen werden kann, heißt Eudiometer, oder Luftgütemesser. Unter den so vielen, und verschiedenen Werkzeugen dieser Art verdient das neue verbesserte des Herrn Abt Fontana seiner Einfachheit und Genauigkeit wegen voranzustehen. Ein deutlicher Begriff von dessen Einrichtung, von den praktischen Handgriffen, und nöthiger Genauigkeit bey der Mischung beyder Luftarten, und von dessen Gebrauch wird in den öffentlichen Vorlesungen an so einem fontanischen Eudiometer praktisch gegeben. Nebenbey wird auch die Einrichtung, und der Gebrauch verschiedener Feuchtigkeitsmesser, oder Hygrometer, wodurch man den Wassergehalt, oder die Grade der Feuchtigkeit in der atmosphärischen Luft zu messen pflegt, erklärt, und praktisch vorgezeigt. — — Indessen ist so eine Luftprüfung auch bey aller Genauigkeit dieser eudiometrischen Versuche doch nicht in allen Fällen hinreichend, und keineswegs ein sicheres Mittel zur Bestimmung der Gesundheit der Luft; weil sie nur den phlogistischen Gehalt, keineswegs aber den Antheil an fixer und brennlicher Luft, die eben so zum Athmen untauglich, und folglich der Gesundheit nachtheilig sind, angiebt. Man bemerkt daher in der Heilsamkeit der Luft beträchtliche Unterschiede in Gegenden, in welchen das Eudiometer fast einerley Reinigkeit anzeigt, obwohl

Hygrometer, oder Feuchtigkeitsmesser

die

die Gesundheit der Einwohner offenbar das Gegentheil beweiset. So ist auch eine Luftmischung von 3 Theilen fixer, oder brennbarer, und 1 Theil dephlogistisirter nach der eudiometrischen Probe so gut, als die atmosphärische, und dennoch sind diese Mischungen zum Athmen schädlicher; dephlogistisirte Salzsäure ist tödtlich, und das Eudiometer giebt sie als gut an. Vielleicht verdient das Verbrennen des Phosphorus in einem bestimmten Raume der zuprüfenden Luft, als Eudiometer, vor der Anwendung des Salpetergas Vorzüge.

§. 81.

Allgemeine Mittel, die atmosphärische Luft zu reinigen, oder rein zu erhalten.

Die häufigen, und immerwährenden phlogistischen Processe, worein Natur und Kunst unsere Erdkörper aus allen 3 Reichen der Natur versetzt, und die damit unvermeidentlich verbundenen mephitischen Ausflüße in die Atmosphäre würden die gemeine athembare Luft zum Unterhalte des Feuers, und des Lebens der Thiere schon lange untüchtig gemacht haben, und noch wirklich anhaltend dem vollen Verderbniße nähern, wenn die Natur nicht dafür so mütterlich gesorgt, und so mannigfaltige Mittel, selbe wieder zu reinigen, und neue dephlogistisirte Luft zu erzeugen, hervorgebracht hätte. Zu solchen allgemeinen Mitteln, die atmosphärische Luft zu reinigen, gehören vorzüglich

a) Alle im Wachsthume stehenden grünen Pflanzen (Ingenhous Versuche mit Pflanzen), wenn sie dem Sonnenlichte frey ausgesetzt sind,

und unter diesen vor andern die Wasserpflanzen, und Harzbäume.

b) Die beständige Bewegung des Meeres, der Flüsse, der Seen, nicht minder als Regen, Thau u. s. w., indem das Wasser durch Rütteln die phlogistisirte und fixe Luft in sich aufnimmt, und die atmosphärische Luft gleichsam abwascht.

c) Auch der Kälte bedient sich die Natur zur Reinigung der Luft; denn so wie jede in der Wärme gesättigte Auflösung in der Kälte einen Theil fallen läßt, so läßt auch die Luft in der Kälte einen Theil von den schädlichen Ausdünstungen fallen, mit welchen sie in der Wärme gesättiget war. Darinn liegt der Grund der Wahrnehmung, daß eine strenge Kälte oft den bösartigsten Epidemien, selbst der Pest, Einhalt gethan.

d) Die Kunst kann dabey der Natur in ihrem Luftreinigungs-Geschäfte zu Hilfe kommen, wenn sie mit arbeitsamen Händen öde und unfruchtbare Haiden, wässerige Moose in fruchtbare Gegenden umschafft, die anstatt die Luft zu verunreinigen, mittelst ihrer frischen Gräser, Kräuter und Pflanzen jeder Art solche dephlogistisiren.

e) Die Winde können uns nur in soweit eine reine Luft verschaffen, in sofern sie aus gesunden Gegenden wehen, die verdorbne Luft wegnehmen, und in ihren Platz reinere Luft zurücklassen.

Zu den vorzüglichsten Mitteln, auch die eingeschlossene Luft in Zimmern, Krankenhäusern, Spitälern u. d. gl. zu reinigen, ist

Sonderheitliche Mittel, die Zimmer zu reinigen.

a) vor allen der Luftzug mittelst der Zuglöcher, Ventilateurs (§. 28.), obwohl sie eigentlich, wie die Winde, die Luft nicht verbessern, sondern nur wegführen, und reinere an ihre Stelle bringen.

b) Metallene Spitze, welche in solchen eingeschlossenen Wohnplätzen hin und wieder angebracht, miteinander in Verbindung gesetzt, und durch einen Metalldrat in ein fließendes Wasser geleitet werden, führen allen Brennstoff ab, und verhindern, daß die eingesperrte Luft nie mit überhandnehmenden Phlogiston geschwängert werde.

c) Weinessig auf glühende Kohlen gegossen, Salpeter auf glühenden Kohlen verpuffet, sind zum Durchräuchern am tauglichsten, weil sie die Luft am wenigsten phlogistisiren. — Daß das Ausräuchern mit Rauchkerzen, Bernstein, Wachholderbeeren u. s. w. die Zimmerluft phlogistisire, beweiset das Eudiometer.

d) So wie die frischen Pflanzen im Sommer, so lange sie die Sonne bescheint, ein wahres Reinigungsmittel der Luft sind, so verderben sie selbe im Schatten, und zu Nachts. — Frische Blüthen, Früchte und Blumen verderben die Zimmerluft zu Nachts und im Schatten sowohl, als in der Sonne sehr beträchtlich.

§. 82.

§. 82.

Vom Knall-oder Schieß-pulver.

Das Schießpulver ist eine sehr genaue und innige Mischung von Salpeter, Kohlen und Schwefel, welche mit äußerster Geschwindigkeit Feuer fängt, und dabey, wenn sie eingeschlossen ist, eine gewaltige Explosion veranlaßt. Der Gebrauch dieser Materie in der Geschützkunst und Feuerwerkerey ist allgemein bekannt.

Erfindung.

Die Erfindung desselben wird nach der gemeinen Sage einem deutschen Mönche, Barthold Schwarz zugeschrieben, der im 14ten Jahrhunderte gelebet haben soll; allein nach Herrn Beckmanns Anleitung zur Technologie ward es schon im 12ten Jahrhunderte zur Sprengung des Gesteins im Ramelberg bey Goslar gebraucht; auch wird es vom Ropper Bacon im 13ten Jahrhunderte als eine bekannte Sache erwähnt, daß man durch die Gewalt des Salpeters eine festverschlossene Patrone von der Größe eines Daumes mit heftigen Blitz und Knalle zersprengen könne. Den Chinesern soll der Gebrauch des Schießpulvers noch eher bekannt gewesen seyn, als den Europäern. Robins muthmasset, der Zufall, welcher dem Barthold Schwarz begegnete, da nämlich die Entzündung des Pulvers einen Stein, der den Mersel bedeckte, in die Höhe warf, habe Gelegenheit gegeben, das längstbekannte Schießpulver zum groben Geschütze zu brauchen, aus dem man anfänglich nach Art der Alten steinerne Kugeln schoß oder warf, womit auch die Benennung der Merser, übereinzustimmen scheint.

§. 83.

§. 83.

Das Verhältniß der Bestandtheile des Schieß-pulvers, nämlich des Salpeters, der Kohlen, und des Schwefels wird verschiedentlich angenommen. Das Schießpulver, welches itzt in den meisten europäischen Staaten zur Artillerie gebraucht wird, besteht aus 6 Theilen Salpeter, 1 Theil Kohlen, und 1 Theil Schwefel, dieses ist das Verhältniß des Kanonenpulvers, und des zu gemeinen Kugelbüchsen; bey den Musketen- und Jagdpulver sind nur 5 Theile Salpeter. Von diesen drey Bestandtheilen machen Salpeter und Kohlen die Hauptsache aus; der Schwefel dient eigentlich nur dazu, damit die Entzündung geschwinder und sicherer vonstatten gehe, indem er viel leichter Feuer fängt, als die Kohlen. Der einmal entzündete Schwefel theilt hernach die Flamme den übrigen zwo Substanzen mit. Ingenhouß bringt mehrere Versuche an, die beweisen, daß das Schießpulver ohne Schwefel bey gröberem Geschütze von der besten Wirkung sey. Bestandtheile.

§. 84.

Diese Ingredienzien werden auf den Pulvermühlen unter gelinder Befeuchtung klar, oder zu Mehlpulver gestampft, welches alsdenn mittelst des Durchdruckens durch Siebe gekörnt, durch Umdrehung in einer hohlen Walze oder Tonne geglättet, und in der Wärme getröcknet wird. Es entsteht hieraus eine körnigte Masse, in welcher der Salpe- Zubereitung, und Verpuffung.

ter

ter mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit verpuffet, so daß die grösten Mengen dieses Pulvers durch Entzündung eines einzigen Körnchens in einem Augenblicke auffliegen, und durch den plötzlichen Ueberfluß der dabey entwickelten elastischen Materien die schrecklichsten Wirkungen hervorbringt. Daß aber wirklich so elastische Materien bey der Entzündung entwickelt werden, beweiset folgende Erfahrung, die

Versuch. Herr **Hawkswee** eingeholet hat. Er brachte ein glühendes Eisen unter die Glocke der Luftpumpe, zog die Luft heraus, ließ ein wenig Pulver darauf fallen, und sah, daß das Queckſilber in dem elastischen Zeiger bey der Entzündung sehr tief herab fiel; eine geringe Quantität Pulver brachte das Queckſilber auf $13\frac{3}{4}$ Zoll herab, wenn es zuvor bey ausgeleerter Glocke auf $29\frac{1}{2}$ Zoll gestanden hatte. So zeigte er auch, daß das Abbrennen des Pulvers in eingeschlossener Luft die Menge dieser Luft beträchtlich vermehre. Ein gewisser **Mathey** zu Turin hat eine **Windbüchse** erfunden, welche dadurch geladen wird, daß man in ihrer Kammer 2 Unzen Schießpulver abbrennt. Das aus dem Pulver entwickelte Gas, oder Luftart in dem engen Raume der Kammer zusammengepreßt, reicht zu 18 Schüßen auf 60 Schritte weit. Man hat daher seitdem die Gewalt des Pulvers einstimmig dieser entwickelten elastischen **Materie** zugeschrieben; nur in Bestimmung, was diese elastische Materie für eine sey, waren die Naturlehrer grösstentheils uneins. Der scharfsichtige **Newton** vermuthet, die elastische Ma-

terie

terie sey ein in Dampf verwandelter Salpetergeist, der durch die Schwefelsäure entwickelt, und mit Ungestümm aus der Substanz des Salpeters hervorbricht, wie etwa der Wasserdunst aus einer Wind- oder Dampfkugel. Uebrigens gründeten sich die meisten Meinungen der Physiker auf die Idee von eingekerkerter Luft, und also auf ein Mißverständniß, das erst in neueren Zeiten durch richtigere Begriffe von Entwicklung der Luft, oder Gasarten gehoben werden konnte.

§. 85.

Nähere Erklärung der Wirkungen.

Nachdem einmal aus Erfahrung bewiesen, daß 1) brennbare Luft ohne Zutritt der gemeinen Luft nicht entzündbar sey (§. 51.) 2) Daß das Brennen desto besser von statten gehe, je reiner die der brennbaren beygemischte Luft ist. (§. cit.) 3) Daß dephlogistisirte Luft nichts anderes sey, als die gemeine atmosphärische im reinsten Grade ohne Beymischung fremdartiger Wesen. (§. 75.) 4) Daß brennbare und dephlogistisirte Luft mit einander vermischt sich am leichtesten entzünden, und verschlossen am stärksten knallen. (§. cit.) 5) Daß aus Salpeter, wenn er im Feuer glüht, sehr viele dephlogistisirte Luft von besonderer Reinigkeit entwickelt werde. (§. 74.) 6) Und daß endlich glühende Kohlen eine beträchtliche Menge brennbarer Luft geben; (§. 50.) so läßt sich nun leichter aus diesen angezogenen Phänomenen die Entzündung und der Knall des Schießpulvers auf nachstehende

Weise

Weise erklären. Sobald ein Funke, oder eine Flamme das Pulver berührt, so fängt der Schwefel Feuer, und macht auch die Kohlen glühen, aus denen sogleich die brennbare Luft entbunden wird. Eben diese glühenden Kohlen erhitzen die Salpetertheilchen, und entwickeln daraus die dephlogistisirte Luft; diese 2 Luftarten in dem Augenblicke ihrer Entstehung mit einander vermischt entzünden sich durch eben das Feuer, das sich entwickelt hatte; der durch die Entzündung dieser Theilchen verursachte Ausbruch der Luftarten wirft mit Gewalt, und nach allen Seiten die schon glühenden Theilchen unter einander. Die Entwicklung einer außerordentlichen Menge dieser Luftarten, und ihre Entzündung verbreitet sich also sehr schnell durch die ganze Masse. Der Ausbruch, und auch der Knall ist in dem Verhältnisse stark, als die Menge des Pulvers, hiemit auch die Menge der auf einmal entwickelten Luftarten, und der zu überwindende Widerstand stark ist. — Der Unterschied also zwischen der Verpuffung eines Gemisches von brennbarer und dephlogistisirter Luft, und der Verpuffung des Schießpulvers ist nur dieser, daß im ersten Falle diese 2 Luftarten jede besonders schon vorhanden sind, noch ehe sie vermischt, und entzündet werden; hier aber geschieht Entbindung, Vermischung und Anzünden in eben dem Augenblicke. Diese augenblickliche Erzeugung einer so erstaunlichen Menge elastischer Gasarten erklärt die Gewalt, und den Knall des Schießpulvers. Warum also Pulver nicht

merklich

merklich knallt, wenn es frey zerstreut liegt, und angezunden wird, kömmt daher, weil die Pulverkörner zu weit aus einander liegen, als daß sie sich zugleich entzünden könnten, 2) und weil die entbundene Luft keinen Widerstand findet, sich überall auszubreiten.

§. 86.

Vom Schalle.

Die alten Weltweisen haben sich von der Entstehung des Schalles ganz unrichtige Begriffe gemacht; sie glaubten, daß es mit demselben eben so, wie mit dem Geruche beschaffen sey, oder sie liessen den Schall von den klingenden Körpern so ausgehen, und zu den Ohren der mit dem Gehörsinne versehenen Geschöpfe auf eben die Art dringen, wie die feinen Ausdünstungen, die sich von den Blumen losreissen, unsere Geruchswerkzeuge berühren. Durch die Bemühungen neuerer Naturforscher wurde mehr Licht über diesen Gegenstand verbreitet, und wir wissen es nun zuverläßig, daß der Schall in einer zitternden oder schwingenden Bewegung der Lufttheilchen bestehe, welche sich bis zum Gehörorgan fortpflanzt, sie erschüttert, und dadurch eine Empfindung erregt, die man nach der Verschiedenheit des Grades, in welchem sie uns empfindbar wird, oder nach ihrer Dauer, Schall, Klang, Geräusch oder Knall nennt. Was also der Luft so eine Bewegung mittheilen kann, das ist auch ein Mittel, den Schall hervorzubringen. Um die Untersuchung vom Schalle mehr ans Licht zu setzen,

nehme ich hier Rücksicht A) auf die den Schall ursprünglich erregenden, und B) auf die den Schall bis zu unserm Gehöre fortpflanzenden Mittel.

§. 87.

A) Ursprünglicher Schall.

Alle und jede Körper, derer Theilchen einer zitternden oder schwingenden Bewegung fähig sind, sind der Erfahrung zufolge taugliche Mittel, einen Schall zu erregen, oder was eines ist, sind schallende Körper. Dahin gehören

1) Alle mit Federkraft begabten festen Körper, derer Theile gespannt sind, als Glas, harte Metalle, gespannte Saiten, Felle und Häute, u. d. gl. Ihre Fähigkeit, einen Schall zu geben, wachst und nimmt ab, wie ihre Federkraft oder ihre Spannung wächst, oder abnimmt; deßwegen geben weiche Körper nur sehr schwachen Schall, und dämpfen auch den Schall federharter Körper.

2) Alle elastisch flüßigen Körper können auch ursprünglich schallende Körper werden, wie z. B. die Luft, wenn sie im zusammengedrückten Zustande aus einer engen Oeffnung eines festen oder gespannten Körpers hervordringt, oder schnell aus ihm entwickelt wird, oder auch schnell in ihn hineindringt, oder sonst auf eine andere Art nach dem Zusammendrücken sich plötzlich wieder ausdehnt. Beyspiele davon geben: Das Zerspengen einer mit Luft gefüllten Blase, oder luftleerer gläsernen Kugel, das Krachen des Donners, das Brau-

sen

sen des Windes, der Schall der Blasinstrumente, das Knallen einer Peitsche, des eingeschlossenen Schießpulvers, die Knallluft, das Knallgold, das Knallpulver, welches aus einer Mischung von 3 Theilen Salpeter, 2 Theilen Weinsteinsalz, und 1 Theil Schwefel besteht, und nach einem gewissen Grade der Wärme mit einem heftigen Knalle zerstreut wird.

§. 88.

Fortgepflanzter Schall.

Daß aber die zum Schalle nothwendigen Schwingungen eines schallenden Körpers für unser Gehörorgan empfindbar werden, so müssen sie nothwendig von dem Orte ihrer Entstehung bis zu unserm Ohre durch irgend ein Mittel fortgepflanzt werden. Wenn also zwischen dem schallenden Körper, und unserm Ohre gar kein Körper vorhanden, der die vom schallenden Körper aufgenommenen ähnlichen Schwingungen unserm Gehöre mittheilt, so können wir den Schall unmöglich empfinden. Zu diesen den Schall fortpflanzenden Mitteln können

Versuch.

1) Alle harten Körper gezählet werden; deßwegen können auch taube Menschen, wenn sie mit den Zähnen einen starken Drath, oder ein hartes Holz auf den Rand eines Kessels halten, in welchen man stark hineinruft, merklich hören.

Versuch.

2) Alle tropfbaren Flüßigkeiten, z. B. das Wasser. Ein Wecker in ein gläsernes Gefäß eingeschlossen, und mehrere Ellen unter Wasser getaucht, wird schlagen gehört.

3) Die

3) Die zur Fortpflanzung des Schalles tauglichsten Mitteln aber sind alle elastischen Flüßigkeiten, worunter die atmosphärische Luft als das vorzüglichste und allgemeinste voransteht. Was immer die Elasticität der Luft vermehret, das vermehret auch den Schall; deßwegen ist der Schall stärker in der verdichteten, eingeschlossenen und trockenen Luft, in der verdünnten und nassen Luft aber viel schwächer. In der mehr verdünnten Luft unterm Recipienten wird der Schall eines ablaufenden Weckers kaum mehr hörbar, wenn nicht etwa selber durch den Teller, oder andere harte Massen mit der äußern Luft in Verbindung steht; deßwegen stellt man den Wecker beym Versuche auf weiche Körper, z. B. auf dick zusammengelegte Wollzeuge u. d. gl.

Versuch.

Zur Erklärung der Fortpflanzung des Schalles von einem schallenden Körper durch die Luft dient uns jene unläugbare Aehnlichkeit, die wir zwischen den Kreisen auf der Oberfläche des Wassers, wenn auf selbe ein Körper geworfen wird, und zwischen den zitternden Bewegungen der Luft, welche durch die schallenden Körper hervorgebracht werden, allerdings wahrnehmen. So wie sich jene Kreise auf der Oberfläche des Wassers von einem gewissen Mittelpunkte immer weiter ausbreiten, und sich immer mehr verlieren, je weiter sie sich ausdehnen, so wird auch der Schall durch eine wellenförmige Bewegung der Luft fortgepflanzt. Die Theile des schallenden Körpers müssen, um einen Schall hervorbringen

gen

gen zu können, wie immer, in eine schwingende Bewegung versetzt werden; durch diese Schwingungen werden die umgebenden Lufttheilchen, durch diese die benachbarten Lufttheilchen abwechselnd zusammengedrückt, und wieder ausgedehnt, und auf diese Art müssen sich die Schwingungen des schallenden Körpers, wie von dem Mittelpunkte einer Kugel, durch die Luft bis zu unserm Ohre fortpflanzen, und zwar um so viel weiter, je stärker die erste Ursache wirkt. Man kann sich also die Fortpflanzung des Schalles in der Luft als Schallstralen vorstellen, wenn man sich dabey nur nicht irre führen läßt, als wenn wirkliche Ausflüsse einer schallmachenden Materie statt fänden.

§. 89.

Vergleicht man alles, was ich bisher vom ursprünglichen und fortgepflanzten Schalle angeführt habe, so findet man, daß der Schall, in so ferne er im schallenden Körper, oder in der Luft betrachtet wird, nichts anders als Bewegung sey. — Es muß also auch beym Schalle, wie bey jeder Bewegung

A) Masse,
B) Richtung,
C) Geschwindigkeit und
D) Dauer in Betracht kommen.

§. 90.

Von der Masse der bewegten Luft hängt die A) Masse. Stärke und Schwäche des Schalles ab. Wird

die

die Saite stark geknelpt, eine Glocke stark geschlagen, u. s. w., so lauft die Schwingung der Saite, der Glockenring in einen großen Raume aus, und setzt eine größere Luftportion in eine ähnliche schwingende Bewegung. Wird nun eine große Luftwelle an unser Ohr gebracht, so muß auch der Eindruck stark seyn, mithin in uns die Idee eines starken Schalles entstehen, im widrigen Falle die Idee eines schwachen; deßwegen knallt eine Kanone gewaltiger, als der Schuß einer Flinte.

§. 91.

B) Richtung.

a) Der Schall pflanzt sich in der Luft allezeit, wie das Licht, nach geraden Linien fort; und zwar rund umher in einer Sphäre. Hievon überzeugt uns die Erfahrung so sehr, daß wir allezeit den schallenden Körper in derselben Richtung suchen, nach welcher der Schall in unser Ohr fällt, und überhaupt die Lage der Gegenstände durch das Gehör eben so unterscheiden, als die Lage der sichtbaren Dinge durch das Gesicht. Deßwegen hören wir auch den schallenden Körper vernehmlicher, wenn wir das Ohr gerade auf ihn hinwenden. Dem ohngeachtet ist die Fortpflanzung des Schalles nach einer geraden Linie nothwendig mit einer Fortpflanzung nach oben, nach unten, und nach allen Seiten hin in einer Sphäre verbunden; denn es kann in einem elastischen Lufttheilchen eben so wenig, als in einer mit Luft gefüllten Blase das Zusammendrücken nach einer Richtung unmöglich statt haben, ohne daß es nach

einer

einer anderen Richtung ausgedehnt werde. Aus diesem Grunde hören wir den Schall einer Glocke, welche auf einem hohen Thurme hängt, den Knall einer Kanone, welche auf einem hohen Berge losgebrennt wird, rings um den Thurme, oder um den Berg herum, wenn wir uns gleich auf der Oberfläche der Erde, oder im Thale befinden; fast eben so weit wird er auch über demselben gehört.

b) Aus der angeführten Ausbreitung des Schalles in der Luft folgt nothwendig, daß die Stärke desselben abnehmen müsse, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt; oder daß der Schall im doppelten Abstande viermal schwächer, im dreyfachen Abstande neunmal schwächer seyn müsse u. s. w. denn die divergirenden geradlinichten Schallstrallen gestalten ringsumher Kegel, deren Spitzen im schallenden Körper, ihre Grundflächen aber im Ohre des Hörers liegen; es lehrt aber die Geometrie, daß sich die Grundflächen der Kegel verhalten, wie die Quadraten ihrer Entfernungen von ihren Spitzen: mithin ist im doppelten Abstande eines schallenden Körpers die Grundfläche des Kegels der Schallstralen am Ohre schon viermal grösser, sie fallen mithin viermal weiter auseinander, und so kömmt eine schon viermal kleinere Masse bewegter Luft in das Ohr, oder, was eines ist, der Schall ist viermal schwächer (§. vorg.)

c) Der Schall wird von harten Flächen nach den Gesetzen der Reflexion elastischer Körper (I.

Versuch. Th. §. 64.) zurückgeworfen. Man spreche nur ganz leise in einen Hohlspiegel, und der Mensch, der im Brennraume eines fernen gegenüberstehenden Spiegels sein Ohr hält, vernimmt die Stimme ganz deutlich. Durch diese Reflexion können auseinandergehende Schallstralen zusammengehend, oder parallel gemacht, und auf solche Art in größern Entfernungen ohne Schwächung fortgepflanzt werden. Hierauf gründet sich die Einrichtung der Sprachröhre, und Hörgewölbe. In den öffentlichen Vorlesungen werden verschiedene Sprach- und Hörgewölbe vorgezeigt, ihre Einrichtung, und Wirkungsart erklärt.

§. 92.

C) Successive, und gleichzeitige Fortpflanzung des Schalles.

Wenn an den jenseitigen Ufern eines breiten Flusses Pfähle eingeschlagen werden, so sieht man von den diesseitigen Ufern allemal den Rammklotz eher fallen, als man den Schlag desselben hört. — Eben so sieht man des Abends, wenn in einer ansehnlichen Weite ein Gewehr losgeschossen wird, allemal zuerst den Blitz des entzündeten Pulvers, und eine Weile nachher vernimmt man erst seinen Knall. Diese Erfahrungen beweisen augenscheinlich, daß der Schall sich viel langsamer fortpflanze, als das Licht, daß mithin der Schall wie jede Bewegung, allemal eine gewisse Zeit nöthig habe, um sich durch die Luft fortzupflanzen; und so läßt sich auch die Geschwindigkeit des Schalls bey seiner Ausbreitung, wie jede andere Geschwindigkeit aus Raum, und Zeit messen, und bestimmen. Da die Geschwindigkeit

digkeit der Bewegung des Lichts so ausserordentlich groß ist, daß die Zeit, die es zum Durchlaufen eines Raumes auf der Erde braucht, für nichts zu rechnen ist; so hat man sich des mit einem Schalle ausbrechenden Feuers, wie des Abfeuerens der Gewehre und des Geschützes zur Nachtszeit in beträchtlichen Entfernungen, bedient, um aus der Zeit zwischen dem Sehen der Flamme, und dem Hören des Knalls die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Schalles in der Luft durch einen bestimmter Raum zumessen. Auf diese Art haben die neuern Naturforscher in Frankreich unter allen, soviel möglich, am sichersten gefunden, daß sich der Schall bey stiller Luft in jeder Sekunde, mithin gleichförmig geschwinde ungefähr 1038 pariser Fuße weit bewege. Heftigere Winde, und andere beträchtliche Veränderungen, die bisweilen in der Luft vorgehen, vermehren, oder vermindern wohl diese Zahl um 10 bis 20 Fuß.

b) Man hat bey den vorigen Versuchen große, und kleine Gewehre nacheinander abgefeuert, und in der Geschwindigkeit der Bewegung ihres Knalles durch die Luft nicht den geringsten Unterschied gefunden. Es pflanzt sich also der Schall unter gleichen Umständen mit gleicher Geschwindigkeit fort, er mag stark, schwach, höher, oder tiefer seyn.

Diese Kenntniß der gleichförmigen Geschwindigkeit eines jeden Schalles kann oft dazu dienen, um die Entfernung gewisser Gegenstände wenigst bey-

nahe zu bestimmen. Wir sehen z. B. den Blitz einer abgefeuerten Kanone, und hören bey stiller Luft 2 Sekunden darauf ihren Knall. Hieraus kann man mit Recht den Schluß machen, daß das Schiff, oder der Ort, wo die Kanone steht, über 2000 pariser Fuß vom Platze des Hörers entfernt seyn müsse. Dergleichen Schätzungen von Entfernungen sind oft, besonders auf dem Meere, vom grossen Nutzen. Eben so urtheilen wir von der Entfernung des Gewitters aus der Zeit, die zwischen dem Blitze und dem Donner verstreicht.

Das Echo, oder der Wiederschall.

c) Darauf, daß sich der Schall nach und nach fortpflanzt, und von festen Flächen unter einer neuen Richtung zurückprellt, beruht jene Naturerscheinung, welche das Echo, oder der Wiederschall heißt. Springt der Schall irgendwo von einem Walde, oder andern dichten Flächen, auf die er senkrecht auffällt, wieder zurück, so kömmt er zum zweytenmal in das Ohr. Ist nun der Abstand weit genug, etwa 60 Schuhe, daß die erste Empfindung des Urschalles schon verloschen ist, bis der Wiederschall ins Ohr zurückkömmt, so muß der Hörer, bey Vernehmung dieses zurückgeworfenen Schalles die nemliche Empfindung haben, die er beym Urschalle hatte, und diese wiederhollte Empfindung des zurückgeworfenen Schalles heißt eigentlich das Echo, oder der Wiederschall, welcher nach dem Verhältniß des Abstandes einsilbig, zweysilbig u. s. w. — nach der Anzahl der Flächen aber, welche in einer Entfernung nebeneinander liegen, so daß der Schall

von

von einer zur andern, und von jeder an den Ort des Urschalles reflectirt wird, einfach, oder vielfach ist. Ist die Fläche, welche die Sprache reflectirt, von den Sprechenden soweit entfernt, daß eine Sekunde verfließt, ehe der Schall bis zu ihm zurückkömmt, nemlich 519 pariser Fuß, so wird das Echo schon mehrsilbige Worte deutlich wiederholen, mithin schon vielsilbig seyn. Kömmt aber der zurückgeprellte Schall aus einer kleinen Ferne sobald zurück, daß er mit dem Urschalle zusammentrift, mithin nur eine, und die nemliche Empfindung im Gehörorgane macht, so wird man keines Echo, wohl aber einer Verstärkung des Schalles gewahr, die Resonanz heißt. Dieß beweisen die Resonanzböden der besaiteten Instrumenten, und der verstärkte Schall der Blasinstrumenten.

§. 93.

D) Dauer.

Der Schall einer angeschlagenen Glocke, einer gekneipten Saite, oder eines anderen gestossenen Körpers dauert lang, oder kurz, je nachdem die zitternde Ringe oder Fibern des schallenden Körpers eine längere, oder kürzere Zeit hinlängliche Schwingungen machen. Es schwingen aber die elastischen Körper, welche durch einen Anschlag, oder Anstoß u. s. w. in eine zitternde Bewegung gebracht werden, allemal länger, als die nicht elastischen; z. B. eine angeschlagene Glocke schallt länger, als reines Gold, oder Bley. Daher bedient man sich der unelastischen Körper um die Dauer

des

des Schalls abzukürzen, oder den Schall zu dämpfen; — der elastischen bey musikalischen Instrumenten, um den Schall längers zu unterhalten.

§. 94.

Klang. Nicht jeder Eindruck eines schallenden Körpers auf unser Ohr ist ein Klang. Nach dem Urtheile unserer Sinne erregt ein Schlag auf die Glocke einen Klang, ein Schlag auf die Mauer blos einen Schall. — Der Unterschied dieser verschiedenen Eindrücke von Glocke und Mauer auf unser Ohr mag wohl größtentheils daherrühren: Die Glocke ist weit elastischer, als es eine Mauer ist; die Fibern der Mauer sind also zum Schwingen weit unfähiger, als die Glockenringe; deßwegen schwingen die Glockenringe nach einer Erschütterung in einer bestimmten Zeit weit öfter, als die Fibern einer Mauer. Mehrere Schwingungen, welche eine Fiber, ein Ring, u. s. w. in der nemlichen Zeit vollendet, und welche die Luft fortpflanzet, erregen die Empfindung eines Klanges, wenigere Schwingungen in der nemlichen Zeit bringen die Empfindung vom Schalle hervor.

§. 95.

Ton. Wenn man zwo Saiten, die aus einerley Materie bestehen, und gleich dick, aber ungleich lang sind, gleich stark spannt, und dann kneipt, so sind auch in diesem Falle die Eindrücke auf unsern Hörsinn nicht die nemlichen, oder ihr Klang ist verschieden. Wir sagen, daß die kürzere Saite höher,

die

die längere aber tiefer klinge; und diese bestimmte Höhe, oder Tiefe des Klanges nennen wir **Ton.** **Woher nun der Unterschied der Töne?**

§. 96.

Unterschied der Töne aus Versuchen.

1. **Versuch.** Man spannt eine 60 — 70 Schuhe lange Saite A B aus, und bringe sie aus der Lage A B in die A D B; nachdem man sie freygelassen, wird sie durch ihre Federkraft aus D in C sich bewegen, so, daß D E = E C. Ist sie in die Lage A C B gekommen, so wird sie sich wieder in die Lage A D B setzen, und diese sichtbaren Schwingungen, welche man ganz leicht zählen kann, werden abwechselnd so fortdauern, wie die Schwingungen eines Pendels (I. Th. §. 57.) und einen Ton geben, bis durch die Hindernisse der Bewegung (I. Th. §. 65.) die Saite wieder in der Ruhe A B bleibt. Taf. IV. Fig. 3.

2. **Versuch.** Wiederhollt man den vorigen Versuch mit Saiten von verschiedener Länge, oder von verschiedener Dicke, oder mit verschiedener Spannung; so erfährt man, daß erstens die Anzahl der Schwingungen in einer bestimmten Zeit desto größer sey, je kürzer, je dünner, je gespannter die Saiten gewesen, oder daß sich die Anzahl der Schwingungen gerade wie die Quadratwurzeln der spannenden Kräfte oder Gewichte, und umgekehrt, wie ihre Längen und Durchmesser der Saiten verhalte; und daß zweytens mit dieser Anzahl der Schwingungen auch die Höhe des Tones wachse.

Der

Der Unterschied zwischen den höhern, und tiefern Tönen besteht also darin, daß zur Erzeugung der höhern Töne mehrere Schwingungen in einerley Zeit erfodert werden, als zur Hervorbringung der tiefern. Man hat folglich bey der Bestimmung der Tonhöhe einer Saite 1) auf ihre Länge, 2) auf ihre Spannung, und 3) auf ihre Dicke zu sehen.

§. 97.

Nähere Bestimmung der Tonhöhen aus Versuchen.

Versuche auf einem Tonmesser, oder Monochord, Tetrachord.

1. Versuch. Spannt man a) über den Tonmesser zwo Saiten von gleicher Länge, und Dicke gleich stark, oder mit gleichen Gewichten aus, so wird man die Höhe des Tones in beyden Saiten vollkommen gleich finden; so, wie auch nach der Theorie von Pendeln, ihre Anzahl von Schwingungen gleich seyn muß. Ihre hervorgebrachten Töne nennt man einklingend. — b) Man kann auch zwo, oder mehrere gleichklingende Saiten schon dadurch zum Einklang bringen, wenn eine davon gekneipt wird; denn durch die Schwingung der einen Saite geräth die Luft in ähnliche Schwingungen, sie theilt daher auch ihre Schwingungen den andern Saiten mit, die wegen gleicher Länge, Dicke, und Spannung die nemlichen Schwingungen anzunehmen geschickt sind; auf eben die Art, wie ein schwingendes Pendel ein anderes nahe hangendes

gendes Pendel von gleicher Länge zu ähnlichen Schwingen bringt. Auf die nemliche Art verstärken auch die Resonanzböden der musikalischen Instrumente, ihren Klang, weil durch das Schwingen der Saiten ihre Fibern in ähnliche Schwingungen kommen, und so mehr Luftmasse zum Schwingen bringen (§. 90.)

2. Versuch. Werden zwo gleichlange, aber ungleichdicke Saiten über den Tonmesser mit gleichen Gewichten gespannt; so werden die Tonhöhen sich verkehrt, wie ihre Durchmesser verhalten, z. B. die Saite, die einen Durchmesser, wie 1 hat, wird bey gleicher Länge, und Spannung in der nemlichen Zeit nochmal soviel Schwingungen machen, als die andere, die einen Durchmesser wie 2 hat. Der Ton der dünneren heißt die Oberoctave des Tons der dickern, der gegen den ersten der Grundton ist.

3. Versuch. Bey gleichlangen, und gleichdicken, aber ungleichgespannten Saiten werden sich ihre Tonhöhen wie die Quadratwurzeln der spannenden Gewichte verhalten. Sind z. B. die spannenden Gewichte wie 1 : 4, so wird die viermalmehr gespannte 2 Schwingungen in eben der Zeit machen, wo die andere nur 1 Schwingung macht; oder die 4mal mehr gespannte wird die Oberoctave des Tones, der wie 1 gespannten Saite geben.

4. Versuch. Bey gleichdicken, und gleichgespannten Saiten finden wir die Tonhöhen umgekehrt,

gekehrt, wie ihre Längen, d. h. die kürzere wird einen höhern, und die längere einen tiefern Ton geben. Z. B.

Versuche. a) Verhalten sich ihre Längen wie 1:2, so ist der Ton der kürzern wieder die Oberoctave des Tons der längern. —

b) Sind die Längen der Saiten wie 2:3, so giebt die kürzere einen Ton, der die Quinte des Tons der längern ist.

c) Verhalten sich die Längen der Saiten wie 3:4, so ist der Ton der kürzern die Quarte des Grundtons der längern.

d) Wenn die Längen der Saiten wie 4:5, so ist der Ton der kürzern die große Terze des Grundtons der längern. Sind sie aber wie 5:6, so heißt der Ton der kürzern die kleine Terze des Grundtons.

e) Saiten, deren Längen sich verhalten, wie 3:5 geben Töne, wovon man den der kürzern die große Sexte des Grundtons nennt. — Sind sie aber wie 5:8, so ist der Ton der kürzern Saite eine kleine Sexte des Grundtons.

f) Verhalten sich die Längen der Saiten, wie 1:3, so ist der Ton der kürzern die Oberduodecime des Grundtons, oder auch die Oberoctave der Quinte. — — Bey den Längen wie 1:5 ist der Ton der kürzern die Oberduodecime-Septime,

me, oder die doppelte Oktave der grossen Terze der Saite, welche den Grundton angiebt.

5. Versuch. Bey gleicher Dicke, aber ungleicher Länge, und ungleicher Spannung sind hiemit die Tonhöhen zwoer Saiten, wie die Quadratwurzeln des Quotienten aus der Spannkraft dividirt durch ihre Längen. Z. B. verhalten sich ihre Längen wie 8 : 12, und die Spannkraft der erstern zu jener der zweiten wie 2:3, so sind ihre Tonhöhen, wie $V\frac{2}{8} : V\frac{3}{12}$; da aber diese gleich sind, so geben beyde Saiten in diesem Falle gleiche Töne. — Verhalten sich bey den vorigen Spannkräften, aber bei gleicher Länge, ihre Durchmesser wie 8 : 12, so geben auch in diesem Falle die zwo Saiten gleiche Töne, weil auch da die $V\frac{2}{8} = V\frac{3}{12}$ gleich sind.

6. Versuch. Sind endlich die Spannungen, Längen, und Durchmesser in den zwo Saiten ungleich, so findet nach dem vorigen das allgemeine Gesetz statt, daß die Töne $= t : T$ sich verhalten, wie $V\frac{v}{ld} : V\frac{v}{LD}$, wo die Buchstaben V die Spannkräfte, die Buchstaben L die Längen, und D die Durchmesser der Saiten ausdrücken. Diese Formel dient die verschiedenen Tonhöhen genau zu bestimmen. Z. B. wenn in der Saite A die Spannkraft $V = 32$; $l = 4$, und $d = 2$; und in der Saite B die Spannkraft $V = 24$, $L = 2$, und $D = 3$ sind,

so

so wird $t : T = \sqrt{\frac{32}{4 \times 2}} : \sqrt{\frac{24}{2 \times 3}}$ seyn, und da diese Quadratwurzeln $= 2$ in beyden gleich sind, werden beyde Saiten einen gleichen Ton, oder den Einklang geben.

§. 98.

Was Accord? Melodie? Harmonie? Mißklang?

Aus den vorher angeführten Verhältnissen zwischen den Tönen verschieden gespannter dicker, und langer Saiten läßt sich leicht in allen Fällen bestimmen, wie stark gespannt, wie lang, und wie dick verschiedene Saiten seyn müssen, damit die Töne, die sie angeben, in ein bestimmtes, und gegebenes Verhältniß zu stehen kommen. — Zween, oder mehrere zugleichklingende Töne, wenn sie wegen ihrem leicht zu bemerkenden Verhältnisse eine angenehme Empfindung hervorbringen, machen einen Accord oder Consonanz aus; mehrere nacheinanderfolgende Töne, die mit einer angenehmen Empfindung in unserer Seele verbunden sind, eine Melodie. Herrscht Ordnung, und gleichzuübersehendes Verhältniß in mehreren aufeinanderfolgenden Accorden, so empfinden wir darüber Vergnügen, und wir sagen, in der Musik herrscht **Wohlklang, Harmonie.** Fehlt aber Ordnung in den zusammenstimmenden Tönen, und ist das Verhältniß nicht wahrzunehmen, so erweckt die Musik Unlust, und wir heißen sie **Mißklang**, oder auch **Dissonanze.** Das geübte Ohr eines Tonkünstlers bemerkt Verhältnisse, die dem ungeübten unmerklich sind, daher kann

dieser

dieser Mißklang nennen, was jener mit hoher Empfindung harmonisch preiset.

§. 99.

Anwendung der vorigen Theorie auf Schlag- und Blasinstrumente.

In den Schlaginstrumenten z. B. Trommeln, Paucken, u. d. gl. vertritt das Thierfell die Stelle der Saiten; und der Ton richtet sich, wie es die Erfahrung lehrt, ordentlich nach der Länge, Dicke, und Spannung des Thierfells. — Bey Glocken aus einerley Materie, und nach einerley Verhältniß gegossen, richten sich die Töne nach ihren Weiten, Höhen, und Anschlagsdicken.

In den Blasinstrumenten z. B. Pfeiffen, Flötten, u. d. gl. kömmt die Luft nach der Art der Saiten in eine zitternde Bewegung, und die Töne folgen wahrscheinlich den Gesetzen der Saitentöne; sie sind desto höher, je kürzer die Luftsäule, oder die Pfeife, je kleiner ihr Durchmesser, und je stärker der Stoß in dieselben ist. — Die elastischen Materien, welche die Aushöhlung bey Paucken, u. dgl. umschließt, oder woraus die Pfeiffen, Flötten, u. d. gl. gemacht sind, vertreten die Stelle eines Resonanzbodens.

* In dem künstlichen Ohre werden die Bestandtheile unseres Gehörorganes in den öffentlichen Vorlesungen vorgezeigt, und die Empfindung des Hörens erklärt.

Zweyter Abschnitt.

Von dem Wärmestoffe.

§. 100.

Entstehung der Wärme aus Beobachtungen.

1) Hämmert man ein Metall auf dem Ambos; biegt man einen metallenen Draht mit Geschwindigkeit einigemal in die Krümme hin, und her, reibt man die Hände, oder sonst feste Körper mit Heftigkeit gegeneinander, so werden sie beym Anfüllen in uns eine Empfindung erregen, die ein jeder unter dem Namen der Wärme kennt. — 2) Gießt man Wasser auf guten ungelöschten Kalk; verdünntes Vitriolöl auf Eisenfeile, oder Kalkstein; vermischt man Wasser, oder Weingeist mit concentrirter Salpetersäure u. d. gl. m. so entsteht, wie bey jeder innerer Bewegung, die von einer Gährung abhängt, die nemliche Empfindung für unser Gefühl, die wir Wärme nennen. — 3) Nähern wir einen Theil unsers Körpers den Sonnenstrahlen, dem Feuer, oder einem andern erwärmten Körper, so werden wir die nemliche Wirkung auf unser Gefühl gewahr, die wir, wenn sie uns am Ende bey fortgesetzten Hammern, Reiben, chemischen Auflösungen, Gähren, u. d. gl. beschwerlich, und unangenehm wird, Hitze zu nennen gewohnt sind.

§. 101.

Gleichwie jede Wirkung nach allen natürlichen Begriffen allemal eine Ursache voraussetzt, die sie hervorbringt, so kann man auch mit allem Rechte von der Entstehung der Wärme und Hitze für unser Gefühl auf eine wirkende Ursach schließen, welche diese Empfindung erzeugt. Die blos innere Bewegung der Theile; die wir an den erwärmten, oder erhitzten Körpern meistens wahrnehmen, kann wohl diese Empfindung nicht hervorbrigen; denn erstens geht so eine sichtbare Bewegung nicht allgemein in allen heißen Körpern vor sich; zweytens steht die merkbare Bewegung der Theilchen eines Körpers mit der Intensität der Wärme keineswegs im Verhältniß; drittens endlich theilt sich die Wärme nicht nach den Gesetzen der Bewegung mit. Es sind daher jene neuern Naturlehrer in Erklärung der Wirkungen der Wärme weit besser daran, welche ihnen eine materielle Ursache, ein eigenes materielles Prinzip zum Grunde legen, das sie Wärmestoff, Wärme: oder Hitz-Materie nennen, die sich unserm gesunden Gefühle durch die Wirkung der Erwärmung und Erhitzung zu erkennen giebt. Dieses materielle Prinzip der Wärme, und Hitze, diesen Wärmestoff können wir keinem andern Sinne empfindbar machen, ausser dem eigentlichen Gefühle, durch bloße Empfindungen der Wärme, die aber viel zu ungewiß, und zu abwechselnd sind, als daß wir dadurch seiner Natur den Schleyer, der sie bedeckt, abnehmen könnten. Es bleibt uns also kein

Ihre Grundursache.

Wärmestoff.

anderer Weg übrig, als die Erscheinungen und Wirkungen bemerken, die es in Verbindung mit andern mehr sinnlichen Stoffen äussert, wenn wir uns mit seiner Natur und Eigenschaften näher bekannt machen wollen.

§. 102.

Dessen Wirkungen in Verbindung mit andern Stoffen.

Wenn wir auf die Körper acht geben, die wir in den Zustand bringen, daß sie in uns die Empfindung der Erwärmung, oder Erhitzung hervorbringen, so finden wir, daß sie alle ohne Ausnahme nach der Erwärmung einen grössern Raum einnehmen, als vor derselben, und daß dieser Raum mit dem Abnahme der Wärme wieder kleiner werde, oder was eines ist, daß alle Körper bey zunehmender Wärme in einen grössern Raum ausgedehnt, und bey abnehmender Wärme wieder in einen kleinen Raum zusammengezogen werden. Diese Ausdehnung des Innbegriffs der flüßigen sowohl als der festen Körper ist die erste Wirkung des Wärmestoffes, die er ohne Ausnahme in allen Fällen äussert. — Bestätigung durch Versuche a) mit festen, b) mit flüßigen Körpern.

Ausdehnung.

a) Versuche mit festen Körpern.

1. Versuch. An einem zu dieser Untersuchung besonders eingerichteten Werkzeuge, das man Pyrometer heißt, findet man unläugbar, daß Metallstängchen, von welch immer für einer Art, so wie auch Glasröhrchen, hölzerne Stäbe u. d. gl. mit dem Grade der Erwärmung über der Flamme des

Wein-

Weingeistes, Oels u. s. w. merklich länger werden; und daß eine eiserne Stange, oder Kugel nach dem Glühendwerden nicht mehr durch einen Ring, durch den sie in der Kälte auch ohne Berührung frey bewegt wurde, gehen könne.

2. Versuch. Wird eine gläserne Kugel an einer gläsern Röhre bis auf eine halbe Höhe der Röhre mit Wasser gefüllt, und dann schnell in warmes Wasser untergetaucht, so fallt das Wasser anfangs, der Ausdehnung der Glaskugel wegen, im warmen Wasser, bis sich endlich die Wärme auch dem Wasser in der Kugel mittheilt, selbes selbst ausdehnt, und wieder zum Steigen bringt.

b) Versuche mit flüßigen Körpern.

1. Versuch. Hohle Glaskugeln, die im kalten Brandwein schwimmen, sinken im erwärmten. Wachskugeln sinken im heißen Wasser unter, da sie im kalten Wasser schwimmen. Es muß also Weingeist, Wasser u. d. gl. durch die Wärme so verdünnt und ausgedehnt werden, daß sie unter dem nämlichen Volum nach der Erwärmung weniger Gewicht, und so den Kugeln nicht mehr das Gleichgewicht halten können. (I. Th. §. 135.)

2. Versuch. Queckſilber, Weingeist steigen in gläsern Röhren höher, wenn sie erwärmt werden; sinken aber wieder bey verminderter Wärme. Eben so beobachten wir auch, daß die Blutsgefäße in den Menschen und Thieren mit dem Grade der Erwär-

mung des Bluts anlaufen, und ihre Ausdehnung sichtbar wird.

3. Versuche von der Ausdehnung elastischer Flüßigkeiten z. B. der Luft mittelst des Wärmestoffes bestätigen das nämliche im §. 10.

Anmerk. Obschon die Ausdehnung der festen sowohl, als flüßigen Körper allgemein eine Folge ihrer zunehmenden Wärme ist, so finden wir doch in verschiedenen Körpern auch bey dem nämlichen Wärmegrade einen merklichen Unterschied in der Größe des Wachsthums ihrer Ausdehnung, und in der Geschwindigkeit, mit welcher sie sich ausdehnen. Wohl merkbar dehnen sich flüßige Materien bey der nämlichen Wärme schneller, als die festen aus. Daß die Größe der Ausdehnung so wenig, als ihre Geschwindigkeit mit der Dichtigkeit der Körper, wie einige vermuthen, im Verhältniß stehe, wird durch folgenden Versuch bestätiget. —

Versuch. Werden sechs gleich weite gläserne Röhren, an welchen Kugeln angeschmolzen worden, die eine mit Luft, die andere mit Queckſilber, die dritte mit einem ätherischen Oel, die vierte mit Weingeist, die fünfte mit Wasser, die sechste mit einem fetten Oele bis zu gleicher Höhe bey der nämlichen Temperatur gefüllt, und auf einem Brett befestiget, alle zugleich in ein und das nämliche Wasser untergetaucht, so findet man an der dabey angebrachten Scale, daß sie sich in der nachstehenden Ordnung stärker und schneller ausdehnen, und zwar am

stärksten

stärksten und schnellesten die Luft, dann das Queck-silber, nach diesem das ätherische Oel, und der Weingeist, endlich das Wasser, und am schwächesten und langsamsten das fette Oel.

§. 103.

Schmelzen.

Die Ausdehnung durch die Hitze kann bey einigen festen Körpern so weit gehen, daß der Zusammenhang endlich so gering werde, daß sie aus dem Zustande der Festigkeit in den Zustand der Flüßigkeit übergehen. Diese Wirkung des Wärmestoffes fester Körper nennt man das Schmelzen. Beyspiele geben uns das Flüßigwerden der Metalle bey einem höhern Grade der Hitze, das Zerfließen des Eises, der Butter u. d. gl. durch die Erwärmung. — Diese Erscheinung beruht auf der Verwandtschaft der Grundtheile der Körper zum Wärmestoffe, die größer ist, als der Zusammenhang zwischen den Theilen selbst. Dieser größern Verwandtschaft zufolge muß der Zusammenhang der Grundtheile aufgehoben, und eine neue Verbindung derselben mit dem Wärmestoff erfolgen; es wirkt also hier der Wärmestoff als ein wahres Auflösungsmittel; und ein geschmolzener Körper ist als eine wahre Auflösung dieses Körpers im Wärmestoffe zu betrachten. Da sich aber diese Verwandtschaft der Körper nach keinem bis itzt bekannten allgemeinen Gesetze richtet, so darf man sich auch nicht wundern, wenn man findet, daß einige Körper eine geringere, andere aber eine größere Hitze zum

Schmelzen nothwendig haben, und daß die Schmelzbarkeit der Materie in keinem Verhältniße weder mit ihrer Dichtigkeit, noch mit ihrer absoluten Festigkeit stehe. So ist z. B. die Flüßigkeit des Quecksilbers schon bey den Graden der Temperatur unseres Dunstkreises ein Erfolg der Schmelzung dieses Metalls; nur bey einem sehr hohen Grade von Kälte, oder höchst geringen Grade der Wärme wird es in ein festes, dehnbares Metall verwandelt; da hingegen die übrigen auch weniger dichten Metalle einen weit höheren Grad der Wärme zum Schmelzen, und keinen so geringen Wärmegrad zum Festwerden fodern. Hieraus läßt sich mit Grunde behaupten, daß die Flüßigkeit der tropfbaren flüssigen Körper, die wir in der Natur antreffen, nur immer eine Folge der Wirkung des Wärmestoffes sey, welcher aber selbstständig flüßig ist, durch seine hinreichende Anhäufung, und Aufenthalt zwischen den Grundtheilen der Körper ihren Zusammenhang schwächt, den Körper in den flüßigen Zustand versetzt, und darinn erhält.

Anmerk. Einige Körper können durch keine Hitze, die wir itzt hervorzubringen im Stande sind, in Fluß gebracht werden; man kann sie aber deßwegen doch nicht sogleich absolut unschmelzbar nennen; denn sehr oft können sie doch wenigst durch Hilfe anderer, mit denen sie sich chemisch vereinigen, im Feuer zum Schmelzen gebracht werden, z. B. Kalkerde und Thonerde sind für sich unschmelz-

schmelzbar; sie schmelzen aber, wenn sie vermengt sind, in der Glühehitze.

§. 104.

Gestehen oder Gefrieren.

So wie bey Abnahme oder Verminderung des Wärmestoffes auch das Volum, folglich die Ausdehnung der festen und flüßigen Körper (§. 102.) abnimmt; so fangen auch bey abnehmender Wärme oder Hitze, d. i. bey Verminderung des Wärmestoffes die geschmolzenen Körper wieder zu gestehen, festzuwerden, oder zugefrieren an. Es ist Folge des Austrittes des ihren Theilen anhängenden Wärmestoffes. Geringere Wärme in Vergleichung einer größern nennen wir vorzüglich alsdann Kälte, wenn die Empfindung anfängt bey minderer Wärme für unser Gefühl schmerzhaft zu werden. Kälte ist daher Verminderung des Wärmestoffes, und keineswegs die Wirkung einer besondern kaltmachenden Materie, deren Daseyn von einigen ältern Naturlehrern ohne hinlänglichem Grunde angenommen wird.

Anmerk. Daß sich einige feste Körper, wenn sie durch den Zutritt des Wärmestoffes geschmolzen werden, in ein kleineres Volum zusammenziehen, scheint die Erfahrung am Eise, am Eisen, Wißmuth, Spießglas und Schwefel zu bestätigen, indem sie erstens in ihrem festem Zustande auf den geschmolzenen Flüßigen ihrer Art schwimmen; wie z. B. das Eis auf dem Wasser u. d. gl. Zweytens

tens, indem gläserne, hölzerne und metallene Gefäße, wenn sie mit Wasser angefüllt, und wohl verschlossen dem Froste ausgesetzt werden, bey dem Gefrieren des Wassers mit Gewalt zerspringen. Allein dieß Zusammenziehen in ein kleiners Volum bey der Wärme ist nur Schein, und der Irrthum entdeckt sich bey genauer Untersuchung ganz leicht. Diese feste Körper nehmen beym Gestehen, wie das Wasser beym Gefrieren eine bestimmte und regelmäßige Form an, und krystallisiren sich; dadurch entstehen Höhlungen, und größere Zwischenräume zwischen den einzelnen krystallisirten Theilen, die auch sichtbar wahrzunehmen sind; und deßwegen ist das ganze spezifisch leichter, obgleich bey der Verminderung des Wärmestoffes einige Theile näher zusammengetreten sind, als sie vorhin waren; das beweiset ihr stärkerer Zusammenhang. Es leidet also dadurch die erste und vorzüglichste Wirkung des Wärmestoffes (§. 102.) an ihrer Allgemeinheit keine Ausnahme.

§. 105.

Dämpfe. So wie die allmählige Zusammenziehung einer tropfbaren flüßigen Masse bey zunehmender Kälte ihre Gränzen hat; so hat auch die allmählige Ausdehnung einer solchen flüßigen Masse bey zunehmender Wärme ihre Gränzen, die sich damit endigen, daß die flüßige Masse bey einem bestimmten Grade von Wärme eine Menge von Bläschen allenthalben an der Wand des Gefäßes absetze, die sich nach

und

und nach ablösen, emporsteigen, und an der Oberfläche des Wassers zerplatzen. Bey zunehmender Hitze der Flüßigkeit nehmen die Bläschen an Menge und Größe zu, und bringen bey ihrem Emporsteigen die ganze flüßige Masse in Bewegung, sie wallt nun auf, kocht, oder siedet. Nicht minder werden auch feste Körper durch die Wirkung der Wärme, wenn sie mit der freyen Luft in Berührung sind, in sichtbare und dampfförmige Flüßigkeiten verwandelt, welche eben so in der atmosphärischen Luft emporsteigen, wie die Bläschen aus dem kochenden Wasser bis zur Oberfläche aufwallen, und uns unter dem Namen Rauch bekannt sind. — Bey einer flüßigen Masse wächst der Wärmegrad bis zum Sieden; so wie sie aber zum Sieden in einem offenen Gefäße gekommen ist, bleibt der einmal erhaltene Wärmegrad unveränderlich, und das Flüßige ist keiner höhern Hitze mehr fähig. Die Blasen, die im siedenden Flüßigen aufsteigen, nennt man die Dünste derselben; Rauch und Dünste pflegt man mit dem gemeinschaftlichen Name Dämpfe zu belegen, und so verwandeln sich feste sowohl, als tropfbare flüßige Massen in der freyen Luft bey fortdauernder Hitze nach und nach ganz in Dämpfe, die vollkommen durchsichtig, beym Heraustreten aus der kochenden Masse unsichtbar, elastisch sind, und so lange sie die nöthige Menge von Wärmestoff gebunden halten, einen dampfförmigen Stoff bilden, und als solcher fortgeführt werden. Der dazu nöthige Grad der Hitze ist bey den verschiedenen Körpern gar sehr verschieden.

schieden. Durch Abkühlen in der atmosphärischen Luft, oder bey der Berührung kälterer Körper kehren diese Dämpfe aus ihrem elastischen und dampfförmigen Zustande wieder in den tropfbar-flüßigen, oder festen Zustand zurück, je nachdem sie vor ihrer Verwandlung in Dämpfe flüßige, oder feste Körper gebildet haben. Die nachstehenden Versuche erläutern die vorhin angezeigten Eigenschaften der luftförmigen elastischen Dämpfe.

Versuche. 1. Versuch. Wenn man Wasser in einen freyschwebenden gläsernen Kolbeu durch eine untergesetzte Weingeistlampe, oder glühende Kohlen zum Kochen bringt, so sieht man an der am meisten erhitzten Stelle des Gefäßes im Wasser Blasen entstehen, die sich bis zur Oberfläche des Wassers erheben, und bey ihrem Zerplatzen auf selber einen sichtbaren und durchsichtigen Dampf ausstossen.

2. Versuch. Wird ein Strahl des in Dämpfe aufgelösten Wassers aus der engen Röhre einer Dampfkugel, oder Aeolipile auf eine glimmende Kohle, oder auf einen noch glimmenden Docht eines eben verloschenen Lichtes gelassen, so fängt die Kohle, und der Docht wieder so lebhaft zu brennen an, als wenn man dagegen geblasen hätte. Es befördern daher die Dämpfe tropfbarer und unentzündlicher Flüßigkeiten, die für sich die Flamme verlöschen, das Verbrennen der Körper, und dienen der Flamme zum Unterhalte, so wie der frische Luftzug.

3. Ver-

3. Versuch. Nähert man dem aus einer Dampfkugel ausbrechenden Dampfstrahl des Weingeistes, oder des Kampfers ein brennendes Licht, so wird er sich sogleich entzünden; woraus erhellet, daß die Dämpfe von entzündbaren sowohl festen als flüßigen Körpern ebenfalls entzündbar sind.

4. Versuch. Ein Tropfen Wasser oder auch Queckfilber, ein Stückchen Kampfer wird in einer gläsernen Kugel von 6 Zoll im Durchmesser über der Weingeistlampe in Dämpfe aufgelöst, welche die Luft aus der Kugel treiben, und den ganzen Raum der Kugel einnehmen; denn fährt man schnell mit der Oeffnung der Kugel unter kaltes Wasser, worinn sich die Dämpfe wieder verdichten, so wird die Kugel beynahe gänzlich, und nur mit einem Rückstande einer sehr kleinen Luftblase, mit Wasser angefüllt, das nicht seyn könnte, wenn nicht vorhin die Dämpfe mittelst ihrer Ausbreitung in einen größern Raum die Luft aus der Kugel weggeschaft, und ganz allein die Kugel angefüllt hätten. Auf diese Art will Muschenbröck gefunden haben, daß das Wasser in Dampfgestalt einen 14000mal größeren Raum einnehme, als vorher.

5. Versuch. Kleine, aber starke Glaskugeln, die mit Wasser, oder Weingeist zum Theil angefüllt, und zugeschmolzen sind, werden mit ihrer Spitze, oder feinen Stiele an den Docht eines brennenden Lichtes gesteckt, und das darin enthaltene Flüßige

bis zum Kochen erwärmt, und hiedurch in elastische Dämpfe verwandelt, durch derer Ausdehnung die Kugeln mit einem Knall zerplatzen, daher man sie Knallkugeln nennt.

6. Versuch. Löst man ein Quintchen, oder noch viel weniger Wasser in einer Dampfkugel in Dünste auf, so werden die zurückgehaltenen Dünste vermög ihrer Elasticität die Dampfkugel mit Gewalt öffnen, den Stopsel wegschlagen, oder wenn sie ganz verschlossen, selbe zerreissen. Auf diese Art kann auch eine vollkommen verschlossene Bombe, worin sich die Dünste des Wassers nicht frey ausbreiten können, bey verstärkter Hitze gesprengt, und ein noch beträchtlicherer Wiederstand überwunden werden. Hierinn liegt der Grund der Wirkung bey den englischen Maschinen, die durch Dämpfe getrieben werden.

7. Versuch. Wenn man die elastischen Dämpfe des Wassers, die aus einer Dampfkugel strömen, auf ein kaltes Queckfilber leitet, so verlieren sie im Augenblick ihrer Berührung einen Theil ihres Wärmestoffes, und verwandeln sich wieder in unelastisches Wasser, so wie die Kampferdämpfe bey der Berührung eines kalten Körpers wieder Kampfer in fester Gestalt bilden.

8. Versuch. Schließt man die Mündung eines Gefäßes, in welchem Wasser im Kochen unterhalten

halten wird, mit einem Aufsatze, der mit einer offenen Röhre versehen ist, und wird das andere End der Röhre mit einer im kalten Wasser versenkten Blase so in Verbindung gebracht, daß die Wasserdämpfe durch den Aufsatz in die Röhre, und sodann in die Blase übergehen können, so werden sich zwar die Dämpfe in der Blase sammeln, aber selbe nie anschwellen, sondern wieder zu Wasser werden. — Wären nun die beym Sieden des Wassers aufsteigenden Blasen wirkliche Luftblasen, so könnte dieß eben so wenig geschehen, als wenig die Kugel im vorigen vierten Versuche ganz mit Wasser angefüllt werden könnte. Man kann zwar nicht leugnen, daß bey der Erwärmung des Wassers auch Luft in Blasengestalt davon gehe; allein diese entwischt schon, ehe das Wasser zum Sieden kömmt, und bildet viel kleinere Blasen, die nie mehr in ein unelastisches Flüßiges verwandelt werden können.

9. **Versuch.** Hängt man ein besonders dazu eingerichtetes **Thermometer**, oder **Wärmemaaß**, (von dem ich gleich in der Folge handeln werde) in ein temperirtes Wasser so, daß selbes den Boden, oder die Wände des Gefäßes nicht berühre, und bringt sodann das Wasser im offenen Gefäße zum Feuer. Die Temperatur, oder der Wärmegrad des Wassers wird bis zum Sieden steigen, wie das hineingestellte Thermometer weist, bey dem im Sieden einmal erhaltenen Grade der Wärme wird das Thermometer unveränderlich bleiben, und dadurch deutlich

lich beweisen, daß das Wasser keines höhern Wärmegrades, als der Sudhitze fähig sey, wo selbes demnach anfängt, sich in elastische Dämpfe zu verwandeln. Der Grad der Siedhitze ist bey verschiedenen Flüßigen sehr verschieden, z. B. Aether, und Weingeist sieden bey geringerer Hitze, als Wasser, dieses wieder bey geringerer als fette Oele, und Queckfilber u. s. w. Aber auch bey dem nemlichen Flüssigen findet der verschiedene Grad der Siedhitze nach Verschiedenheit des Druckes der atmosphärischen Luft statt, die über der Fläche der kochenden Flüßigkeit schwebet, wie folgender Versuch zeigt.

10. **Versuch.** Wird heißes Wasser, das zwar noch weit vom Kochen entfernt ist, in verdünnte Luft gebracht, so beobachten wir, daß das Wasser bey einem gewissen Grade der Luftverdünnerung in ein so starkes Kochen gerathe, als wenn es auf dem lebhaftesten Feuer stünde.

11. **Versuch.** In einer mit zwey Kugeln versehenen Glasröhre, die Wasser enthält, kann das Wasser durch einen viel kleineren Grad von Wärme manchmal durch die blosse Wärme der Hand siedend gemacht werden.

12. **Versuch.** Wird die Luft ober einem kochenden Wasser nach verschiedenen bekannten Grade verdünnt, so findet man an dem ins Wasser versenkten Thermometer, daß der Grad der Siedhitze

ver=

verhältnißmäßig immerzu kleiner werde, jemehr die Luft über dem Wasser verdünnt wird.

13. Versuch. Wird Wasser in einem geschlossenen Gefäße, worinn die entwickelten Dämpfe sich anhäufen müssen, zum Kochen gebracht, so zeigt das in dieß Wasser untergesenkte Thermometer, daß der Grad der Hitze des kochenden Wassers desto grösser werde, jemehr der Druck dieser Dämpfe auf dessen Oberfläche wächst.

Die vier letzten Versuche beweisen sämmentlich, daß die zum Sieden nöthigen Grade der Hitze bey der nemlichen Flüßigkeit desto größer seyn müssen, je größer der Druck der Luft über der Flüßigkeit ist, und daß einerley Flüßigkeit, um so eher, und bey desto geringerer Hitze siede, je geringer der Druck der Luft darauf ist. — Der Grund davon liegt in dem größern und geringern Widerstande und Drucke, der sich der Bildung des elastischen flüßigen Dampfes entgegensetzt. Was also immer diesen Druck der Luft auf die Oberfläche des zukochenden Flüßigen vermehret, das vergrößert auch die Hitze desselben. Auf diese Art läßt sich der Druck der Luft, und mithin der Grad der Hitze des siedenden Wassers in den papinianischen Töpfen mittelst der angehäuften Dünste dergestalt vermehren, daß man Horn, Knorpel in einen Schleim, Elfenbein, und die härtesten Knochen in eine breyartige Consistenz, Bley, Zinn, und Wißmuth aber unter Wasser in kurzer Zeit zum Schmelzen bringen könne.

§. 106.

Wahrscheinlichere Erklärung der Bildung der Dämpfe.

Die Erzeugung der elastischen flüßigen Dämpfe aus den tropfbaren flüßigen Materien setzt doch immer nothwendig Wärme voran; das, was Wärme vermehret, befördert, und beschleinigt auch die Bildung der Dämpfe; was immer den Dämpfen ihre Wärme entzieht, das nimmt ihnen auch ihre Dampfgestalt, und verwandelt sie wieder in tropfbare Flüßigkeit; jeder Dampf setzt bey seiner Gerinnung Wärmestoff ab. Die Luft hingegen ist durch ihren Druck vielmehr der Bildung der Dämfe in etwas entgegen, und es muß allemal die Hitze den Wiederstand der Luft erst überwinden, oder eigentlicher, es ist allemal eine größere Menge von Wärmestoff nöthig, um das Flüßige in elastische Dämpfe zu verwandeln, oder darinn zu erhalten, je größer der Druck der Luft, und im Gegentheil desto weniger Wärmestoff dazu erfoderlich, je geringer dieser Druck ist, so zwar, daß wir auch sogar bey der mittlern Temperatur der Luft, wenn wir ihren Druck ganz aufheben könnten, gewieß kein tropfbares flüssiges Wesen hätten, sondern alles in elastischen Dampf verwandelt würde. — — Diesen Erfahrungen zu Folge läßt es ganz natürlich, daß der Wärmestoff, wenn er sich in größerer Menge, als jene in den tropfbaren Flüßigen ist, mit den im Dampf zu verwandeluden Theilen chemisch verbindet, Ursach an der Bildung der Dämpfe sey, keineswegs aber die Luft, wie einige Naturforscher glauben, welche die Verdampfung überhaupt aus der Auflösung des Was-

sers

sers oder anderer Materien in der Luft zu erklären suchen, und das Wasser durch die Luft eben so, wie das Salz durch Wasser auflösen lassen. Diese Dämpfe haben daher das tropfbare Flüßige, aus dem sie hervorgebracht worden, zur Basis, und den Wärmestoff, als ein wesentliches Auflösungsmittel, wodurch diese Basis erst zur elastischen Flüßigkeit werden muß, in der engsten Verbindung, steigen in dieser Verbindung wegen des geringen eigenthümlichen Gewichtes in der Luft auf, und fallen nach der Entziehung des Wärmestoffes in Gestalt einer tropfbaren Flüßigkeit wieder herab. Man hat daher um diese wichtige Erscheinung zu erklären auch nicht nöthig, zu den so wenig erwiesenen hohlen Kügelchen des Halley, Chauvin, und Leibnitz oder zu den so verkünstelten hohlen Bläschen des Saussüre Zuflucht zu nehmen.

§. 107.

Feuerflüchtige, und beständige Körper.

Auf die verschiedenen Grade der Hitze, welche die Bestandtheile der Körper erfodern, um in Dämpfe verwandelt zu werden, gründet sich die Eintheilung der Körper in flüchtige, und feuerbeständige. Die Flüchtigkeit, und Feuerbeständigkeit sind nur relativ, und vielleicht giebt es wohl keinen absolut feuerbeständigen Körper. Das Gold widersteht viele Monate der anhaltenden Wirkung des heftigsten Feuers der Glasöfen, kann aber doch in wenigen Minuten im Brennpuncte des großen Brennglases der königlichen Akademie zu Paris verflüchti-

get

get werden. Manche sehr feuerbeständige Körper können durch andere flüchtige zur Verwandlung in Dämpfe gebracht werden, wie z. B. die Kieselerde durch Flußspathsäure, das Eisen durch die Salzsäure. Die Ursache der Verschiedenheit des Grades der Hitze, bey welchem verschiedene Körper verflüchtiget werden, liegt blos in dem Grade ihrer Verwandtschaft mit dem Wärmestoffe, mit dessen Zunahme muß die Flüchtigkeit der Körper zunehmen, und mit dessen Abnahme abnehmen.

Auf die verschiedenen Grade der Flüchtigkeit der Körper in der Hitze gründen sich verschiedene chemische Operationen, als z. B. das Abrauchen, und Eindicken, das Destilliren und Sublimiren, u. s. w.

§. 108.

Thermometer, Wärmemaaß.

Da unsere Urtheile, die wir mittelst unsers Gefühles von dem Grade der Wärme eines oder des anderen Körpers fällen, nicht immer richtig sind, so suchten die Naturkündiger ein anderes Werkzeug ausfindig zu machen, welches die Veränderungen der Wärme merklich macht, und uns versichert, daß ein gewisser Grad der Wärme, den das Werkzeug itzt angiebt, eben der nemliche sey, oder nicht sey, den es ein andermal anzeigt. Zur Erfindung so eines Werkzeuges hat die allgemeine Wirkung der Wärme und Kälte auf feste, und flüßige Körper, wo jene alle Körper, vorzüglich die Flüßigen, in einen größern Raum ausdehnt, diese hingegen

selbe

selbe wieder zusammenzieht (§. 102.) den natürlichsten Weg gebahnt, und die Naturkündiger dahin gewiesen, daß sie in der Vermehrung, oder Verminderung des Volums flüßiger Materien, welche diese Wirkung der Wärme, und Kälte am ehesten empfinden, und in engen gläsernen Röhren eingeschlossen sogleich merkbar äussern, einen Maaßstab zur Bestimmung der Aenderung der Wärme aufsuchen. Zu dem Endzweck fieng man an, enge gläserne Röhren bis auf eine gewisse Höhe mit geschwächten Weingeiste, oder Queckſilber zu füllen, damit sie durch das Steigen des Weingeistes, oder Queckſilbers den Zunahm, und durch das Fallen derselben den Abnahm der Wärme verhältnißmäßig anzeigen sollten; dieser ihr Gebrauch schöpfte ihnen den Namen **Wärmemaaß, Thermometer**, und **Thermoskop**. Die gewöhnlichsten Flüßigkeiten mit denen man die **Thermometer** zu füllen pflegt, sind **Luft, Weingeist**, und **Queckſilber**. Die Thermometer erhalten dadurch den Namen **Luftthermometer, Weingeistthermometer, Queckſilberthermometer**. Obwohl die Luftthermometer die empfindlichsten sind, so räumt man itzt doch den **Queckſilberthermometern** den ersten Platz ein. Das Queckſilberthermometer hat auch vor dem Weingeistthermometer entscheidende Vorzüge dadurch, daß sich das Queckſilber sehr nahe im Verhältniß mit der zu- oder abnehmenden Quantität der freyen Wärmematerie ausdehnt, und zusammenzieht; daß es für die Aenderungen der Wärme sehr empfindlich ist, und

in einer gleichförmigen Reinigkeit erhalten werden kann; daß es starke Grade der Hitze erträgt, ehe es kocht, und eine beträchtliche grosse Verminderung der Wärme fodert, ehe es gefrieret; da hingegen der Weingeist noch weit früher als Wasser kocht, und sich sehr leicht in Dünste verwandelt, die ganz andere Grade der Ausdehnung messen, als vorhin. Indessen zeigt keiner dieser Thermometer die absolute Quantität des freyen Wärmestoffes an, sondern nur ob die Quantität grösser, oder geringer sey, als zu einer andern Zeit der Beobachtung. Dem ungeachtet bleiben sie überaus wichtige Werkzeuge.

§. 109.

Das Drebbelische Thermometer.

Cornelius Drebbel von Alkmar in Nordholland wird gewöhnlich als Erfinder des Thermometers, beym Anfange des vorigen Jahrhunderts, angegeben. Sein Thermometer war sehr einfach, und ein Lufttthermometer; es bestand aus einer gläsfernen Röhre A B, an deren oberes Ende eine Glaskugel C angeschmolzen war; er erwärmte die Kugel, um die Luft in ihr zu verdünnern, und steckte hierauf die untere Oeffnung B dieser Röhre in ein mit einer gefärbten Flüßigkeit gefülltes Gefäß D. Sobald die Kugel erkältete, stieg die Flüßigkeit in die Röhre A B, und wurde nachher in ihr bald höher, bald niedriger bewegt, je nachdem die Kugel sich an der Atmosphäre erkältete, oder erwärmte. Nahm die Wärme der äusseren Luft, und der Kugel C zu, so dehnte sich die Luft mehr in ihr aus, und die

Taf. IV. Fig. 3.

Flüs-

Flüßigkeit fiel in der Röhre; das Gegentheil geschah, wenn die Kugel in der äussern Luft erkältete. Man verband also nachher das Gefäß D mit der Röhre, indem man diese krümmte, so konnte dieß Werkzeug viel leichter von einem Ort zum anderen gebracht werden. Oder man ließ die Röhre oben offen, krümmte sie, und gab ihr unten eine Kugel C, die halb mit Luft angefüllt war; so trieb diese, wenn sie sich durch die Wärme ausdehnte, die flüßige Materie in der Röhre B hinauf; zoh sich hingegen die in C eingeschlossene Luft durch die Kälte zusammen, so fiel das Flüßige in der Röhre. Allein das Steigen, und Fallen der Flüßigkeit in der Röhre war bey diesem Thermometer nicht eine Folge der Ausdehnung der inneren Luft allein, sondern es wirkte auch der abwechselnde Druck der Atmosphäre auf die Oberfläche der Flüßigkeit mit, wie bey dem Barometer; es kann daher nach Verschiedenheit des Druckes der atmosphärischen Luft die Flüßigkeit bald steigen, bald fallen, wenn schon der Wärmegrad für sich der nemliche ist, und dient folglich keinesweges zur genauen Bestimmung des Verhältnisses der Wärme, ob es schon sehr einfach, und höchst empfindlich ist. Taf. IV. Fig. 4. Taf. IV. Fig. 5.

§. 110.

Die Akademie zu Florenz suchte den beträchtlichen Fehler des drebbelischen Thermometers zu verbessern, und gab ein anderes Thermometer an, das aus einer oben verschlossenen gläsernen Röhre besteht, an welche unten eine Kugel angeschmolzen, Das florentinische Thermometer.

worinn gefärbter Weingeist eingeschlossen ward. Man stellte sie an einem Brettchen befestigt in eine gemäßigte Temperatur z. B. in einen tiefen Keller, und bemerkte an der Röhre den Punkt, wobey die Flüßigkeit in diesem Orte stehen blieb; dieser Punkt wurde mit o bezeichnet, und nun wurden gleiche willkührlich angenommene Theile, die man Grade nannte, über und unter diesem Punkte in der ganzen Länge der Röhre angebracht, da man denn die über o befindliche Grade Grade der Wärme, die unter o hingegeu Grade der Kälte nannte. — — Da aber bey diesem Thermometer der mit o bezeichnete Punkt nicht genug bestimmt, und die Größe der Grade ganz willkührlich angenommen wurde, so sieht man leicht ein, daß es kein brauchbares Maaß sey, um bestimmte Grade der Wärme anzugeben, untereinander zu vergleichen, und daß nach dieser Methode nie übereinstimmende Thermometer verfertiget werden können.

§. III.

Das Fahrenheitische Thermometer.

Das große Verdienst die ersten genau übereinstimmenden Thermometer gemacht zu haben, gehört unstreitig dem hiedurch berühmt gewordenen Künstler aus Danzig Daniel Gabriel Fahrenheit, der die Verfertigung von Wettergläsern als Gewerbe trieb. Er füllte das unten mit einer Kugel versehene gläserne Röhrchen anfangs mit Weingeist, bald darauf aber, auf Einrathen des Halleys, statt dessen mit Queckſilber, setzte die Kugel erstens in die er-

kälten-

kältende Mischung von gleichen Theilen Schnee, und Salmiak, und bemerkte den festen Punkt, auf den das Queckſilber in der Röhre hinabſtieg und dann ruhig ſtehen blieb, mit Null, der uns unter dem Namen des künſtlichen Eispunkts bekannt iſt. Sodann verſetzte er auch die Kugel in ein temperirtes Waſſer, das er allmählig bis zum Sieden erhitzte, und bemerkte auch dieſen Punkt, auf welchen das Queckſilber in der Siedhitze hinaufgeſtiegen und ruhig ſtehen geblieben ward. Auf dieſe Art beſtimmte er an ſelben zween ziemlich feſte Punkte, und theilte den Abſtand derſelben voneinander in eine beſtimmte Anzahl Theile, oder Grade ein. Zum obern Punkt nahm er den Grad der Hitze, den das Waſſer im Kochen annimmt; zum untern Punkt hingegen den Grad der künſtlichen Kälte, die durch die Miſchung vom Schnee mit Salmiak hervorgebracht wird. Den Abſtand dieſer beyden Punkte, den man Fundamentalabſtand nennt, theilte er von dem Grade der künſtlichen Kälte an, den er mit o bezeichnete, bis zum Grade der Siedhitze des Waſſers in 212 engliſche Grade ein. Ober dieſem Punkte, und unter dem Eispunkte trug er noch ſo lange, als die Röhre war, Grade auf, die denen im Fundamentalabſtande gleich waren, wobey er bemerkte, daß ſein Thermometer im kochenden Queckſilber auf 660 Grad, an der natürlichen Wärme des menſchlichen Körpers auf 96, und im gefrierenden Waſſer auf 32 Grade ſtand. So entſtand die noch itzt gewöhnliche Fahrenheitiſche Scale, die

dem

dem Thermometer zuerst eine bestimmte, und allgemein verständliche Sprache gab. So sind noch heut zu Tage die in Engelland gewöhnlichen Thermometer eingerichtet, und man nennt sie daher fahrenheitische oder englische Thermometer.

§. 112.

Das Reaumürische Thermometer.

Um eben die Zeit, da die fahrenheitischen Thermometer bekannter wurden, gab Herr von Reaumür eine neue Einrichtung des Weingeistthermometers an. Er verdünnte Weingeist, der Pulver zündete, mit $\frac{1}{3}$ Wasser, damit er in Stand gesetzt würde, etwas mehr Hitze ohne Kochen zu übertragen. Den Grad der Hitze des siedenden Regenwassers bey der mittlern Höhe des Barometers (weil bey andern Höhen das Wasser merklich heißer, oder kühler wird) setzte er wie Fahrenheit als den obern Punkt fest. Zum untern festen Punkt nahm er bequemer denjenigen an, bey welchem der Liquor steht, wenn die Kugel, oder der Cylinder in den schmelzenden Schnee, in schmelzendes Eis, oder in Wasser, das durch eine um das Gefäß gelegte Mischung vom geschabten Eis, und Salz eben zum Gefrieren gebracht ward, versetzt wird. Dieß ist der itzt allgemein bekannte natürliche Eispunkt, Gefrierpunkt, Aufthaupunkt. Den Fundamentalabstand theilte er in 80 gleiche Theile, brachte 0 auf den Eispunkt, und 80 auf den Punkt der Hitze des siedenden reinen Wassers bey der Barometerhöhe von 27 Pariser Zoll. Ober diesem Punkte,

und

und unter dem Eispunkte trug er noch, so lang als die Röhre war, eben solche Theile, oder gleiche Grade auf. Bey dieser Eintheilung ist o von Reaumür mit 32 von Fahrenheit übereinstimmend. Da es aber nach Maupertius Erfahrungen ausgemacht ist, daß auch der verdünnte Weingeist schon bey den natürlichen Graden der Kälte gefrieret; daß seine Ausdehnungen einen sehr ungleichen Gang nehmen, in der Wärme den Ausdehnungen des Queckssilbers voreilen, und in der Kälte zurückbleiben; daß er endlich mit der Zeit, besonders da man ihn nicht immer von gleicher Güte haben kann, aus Erfahrung seine Ausdehnbarkeit ändere; so konnte unmöglich zwischen den reaumürischen, und den fahrenheitischen Thermometer die gewünschte Uebereinstimmung statt finden. Man hat sich nachher verstattet, den Fundamentalabstand der Queckssilberthermometers, auf denen man Eis- und Siedpunkt des Wassers bestimmt hatte, in 80 Theile zu theilen, und sie sogleich wegen der nemlichen Scale reaumürische Thermometer zu nennen, gerade, als wenn sich das Steigen, und Fallen des Queckssilbers und Weingeistes genau nach der Scale richten müßten, und in einerley Wärme einerley Grade gäben. Hieraus entsteht nun die Zweydeutigkeit, daß man von einer nach reaumürischen Graden angegebenen Beobachtung nicht weis, von was für eines Thermometers Graden sie zu verstehen sey, wenn der Beobachter nicht ausdrücklich dazusetzt, ob er ein Weingeists- oder Queckssilberthermometer

meter mit 80 Graden gebraucht habe. Beyderley Grade weichen, besonders bey großer Hitze, oder Kälte sehr weit voneinander ab. Reaumür selbst sagte, man müsse das Queckſilberthermometer nach seinem Weingeiſtthermometer graduiren, um übereinstimmende Werkzeuge beyder Art zu haben. Herr de Lüc hat daher in seinen mühesamen Untersuchungen über die Atmosphäre, und die zur Abmessung ihrer Veränderungen dienlichen Werkzeuge §. 440. eine genaue Vergleichung des wahren reaumüriſchen Weingeiſtsthermometers mit dem Queckſilberthermometer von 80 Graden zu Stande gebracht. Inzwischen hat man beynahe allgemein das reaumüriſche Weingeiſtthermometer auf die Seite gesetzt, und theils des Vorzuges wegen, welchen die Queckſilberthermometer unſtreitig vor den Weingeiſtthermometer haben, theils aber auch die Mühe bey der Vergleichung derselben zu ersparen, dem Queckſilberthermometer zwiſchen Eis- und Siedpunkt die reaumüriſche Scale von 80 Graden gegeben, dabey aber auch Reaumürs Namen beybehalten.

§. 113.

Das de l'Isliſche Thermometer.

Es haben demnach noch verſchiedene Naturforscher, ohne aber dadurch den geringſten Vortheil zu erhalten, verſchiedene Eintheilungen des Fundamentalabſtandes angenommen, wodurch die Anzahl der Thermometer Scalen vermehret wurde. Unter andern theilte de l'Isle den Fundementalabſtand in 150 gleiche Theile, ſetzte bey dem Punkte des sie-

den-

denden Wassers 0, und bey dem natürlichen Eispunkte 150, weil das Volumen des Queckſilbers in der Kälte des ſchmelzendes Eiſes um 0,0150 kleiner ſeyn ſoll, als in der Hitze des ſiedenden Waſſers. — Celſius theilte wieder den Fundamentalabſtand in 100 Theile, und ſetzte 0 bey dem natürlichen Eispunkte, und 100 bey dem ſiedenden Waſſerpunkte; dieſe Scale heißt auch die ſchwediſche. Auſſer denen haben noch andere Naturforſcher beſondere Eintheilungen angegeben, die aber wenig, oder gar nicht zum Gebrauche gekommen ſind.

Das Celſiuſiſche Thermometer.

§. 114.

Die Richtigkeit, und Uebereinſtimmung dieſer Thermometer beruht vorzüglich auf der Beſtimmung zweyer hinlänglich verſchiedener, unveränderlicher Punkte, die, wenn ſie immer wieder gefunden werden, und ihr Abſtand oder nach Fahrenheit, oder nach Reaumür u. ſ. w. in gleich große Theile eingetheilet wird, uns in den Stand ſetzen übereinſtimmende Thermometer zu verfertigen, welche bey einerley Wärme auch übereinſtimmende Grade zeigen müſſen. Heut zu Tage werden alle guten Thermometer in Europa nach jenen beyden Punkten des gefrierenden, und kochenden Waſſers eingerichtet. Den erſten Punkt findet man leicht, wenn man ein Gefäß mit Schnee, oder klein geſchlagenen Eiſe anfüllt, und darin das Thermometer ſo verſenkt, daß es bis ungefähr an die Gegend der Röhre, wohin der Eispunkt kommt, allenthal-

Richtige Uebereinſtimmung der Queckſilberthermometer.

ben von oben, von unten, und von den Seiten mit Eise bedeckt ist. Wenn man alsdann etwas Wasser auf Eis gießt, damit es schmelze, so setzt sich das Thermometer auf eine gewisse Höhe, die es während des Schmelzens unveränderlich beybehält. Bey diesem Punkte des zergehenden Eises, oder Schnees steht es demnach allemal, wenn das stehende, reine, süße Wasser in Teichen, Seen, und offenen Gefäßen zu gefrieren anfängt. Der Siedpunkt des Wassers ist hingegen nicht so unveränderlich, dann beym größern Drucke der Atmosphäre, oder bey dem höhern Barometerstande nimmt das siedende Wasser etwas mehr Hitze an, als bey dem niedrigen Barometerstande (§. 105.). Deßwegen muß man, um den einen unveränderlichen Siedpunkt des Wassers zu erhalten, entweder nur zu solchen Zeiten diesen Siedpunkt suchen, wenn der Barometer in einerley bestimmter Normalhöhe steht, oder man muß ein Mittel haben, aus der bey einer andern Barometerhöhe gefundenen Stelle des Siedpunkts den Stand zu finden, den er bey der Normalbarometerhöhe erhalten hätte. Man nehme mit Herrn de Luc die Barometerhöhe von 27 Zoll, oder 324 Linien für die Normalhöhe zum Grunde, nach welcher der Siedpunkt eines harmonirenden Thermometers regulirt werden muß. Senkt man demnach die Kugel des Thermometers in das kochende Wasser zwey bis drey Zoll tief hinein, oder hält man das Thermometer blos über dem Dampf des in einem verschlossenen Gefäße siedenden Wassers, ohne

das

das Wasser selbst zu berühren, doch so, daß sich die Dämpfe selbst den Ausgang aus dem Gefäße verschaffen können; so erhalten wir einen ganz unveränderlichen Siedpunkt im Wasser, das aber reines, destillirtes, oder Regenwasser seyn muß, indem Salztheile sonst den Siedpunkt erhöhen können. Sind nun einmal die zween Punkte richtig bestimmt; so kann man ihren Fundamentalabstand in 180°, wenn man Fahrenheits Scale, oder in 80°, wenn man Reaumürs Scale, oder in 100 Grade theilen, wenn man Celsius Scale haben will. Um de l'Isles Scale zu erhalten, theilt man diesen Fundamentalabstand in 150 Theile, und zählt von oben herab. Dieß gilt aber alles nur von Quecksilberthermometern. Will man aber ein Weingeistthermometer mit einem andern vom Queckſilber übereinstimmend machen, so muß man beyde, nachdem ihr Fundamentalabstand bestimmt ist, nebeneinander hängen, sie gleich stark erwärmen, und den Grad, den alsdenn das Queckſilberthermometer, welches schon gehörig eingetheilt seyn muß, zeigt, auf dem erstern bemerken. Auf solche Art wird dieses ungleiche Grade erhalten, aber doch mit den Queckſilberthermometer übereinstimmen.

Methode die fahrenheitischen Reaumürrischen, und Celsiusischen Scalen zu vergleichen.

§. 115.

Die Grade der vorhin angezeigten Thermometerscalen müssen nicht selten untereinander verglichen werden, wenn Beobachtungen nach einer dieser Scalen angeführt werden, und man wissen will, wie viel

viel die angezeigten Grade einer gewissen Scale von den Graden einer andern, nach welchen ein Thermometer, das man besitzt, eingetheilt ist, ausmachen. Um so eine richtige Vergleichung zu bewirken, muß man bemerken, daß 180 fahrenheitische Grade, 80 reaumürische, und 100 Celsiussische gleich sind; es stimmt daher 1° Reaumür mit $2\frac{1}{4}$° Fahrenheit, und $1\frac{1}{4}$° Celsius, oder 4° Grad Reaumür mit 9° Fahrenheit, und mit 5° Celsius überein; so wie 1° Fahrenheit mit $\frac{4}{9}$ Reaumürs, und $\frac{5}{9}$ Celsius, und 1° Celsius mit $1\frac{4}{5}$ Fahrenheit und $\frac{4}{5}$ Reaumür übereinstimmen. Wenn man aber reaumürische und celsiussische auf Fahrenheitische, oder umgekehrt diese auf jene reduciren will, so muß man nicht vergessen, daß Fahrenheit noch 32 Grade unter dem reaumürischen, celsiussischen o zählt. — — Da 150° der de l'Islischen Scale mit 80° reaumürischen, mit 180° fahrenheitischen, und mit 100 Grad celsiussischen übereinkommen, so läßt sich sehr leicht das Verhältniß eines de l'Islischen Grades zu reaumürischen, fahrenheitischen, und celsiussischen Graden angeben, wie auch das Verhältniß eines Grades dieser Scalen zu den damit übereinkommenden Graden der de l'Islischen Scale bestimmen, wenn man dabey nur bemerkt, daß de l'Isle von oben herunter zählt.

* Um von der Construction der Thermometer, und der dabey anzuwendenden Vorsicht eine deutliche Idee zu geben, wird in den öffentlichen Vorlesungen eine wohlgereinigte gläserne Röhre von gehöriger

riger Länge und höchstens $\frac{1}{4}$ Linie Breite, gehörig calibirt, an selbe, um es empfindlicher zu machen, ein kleiner Cylinder angeschmolzen, mit einem trockenen Queckſilber gefüllt; das Queckſilber wohl vom Luft gereiniget, kurz vom Anfange bis zum Ende verfertiget.

§. 116.

Unvermeidliche Fehler an den Thermometer.

Thermometer, welche mit der nöthigen Genauigkeit gemacht und mit einerley Flüßigkeit gefüllt ſind, harmoniren mit einander, oder zeigen bey gleichen Aenderungen der Wärme, oder Kälte einerley Grade an, ſo abweichend ſie auch in ihrer Größe, oder in den Gröſſen ihrer Grade ſind. Wenn man aber auch noch ſo genau bey ihrer Verfertigung verfährt, ſo bleiben ſie doch noch einem kleinen Mangel ausgeſetzt, dem ſchwerlich abgeholfen werden kann, und der vorzüglich darin beſteht, daß die Wärme, oder Kälte nicht allein die Flüßigkeit des Thermometers ausdehnt, oder zuſammenzieht, ſondern daß auch das Glas der Röhre mit ihrer Kugel, oder Cylinder, ſo wie die Scale ſelbſt den nemlichen Veränderungen unterworfen ſey, daher auch ein Thermometer, wenn es ſchnell einer Hitze ausgeſetzt wird, zuerſt etwas fällt, ehe es zu ſteigen anfängt.

§. 117.

Gebrauch des Thermometers zur Beſtimmung des

Um die Grade des Einflußes der abwechſelnden Wärme, und Kälte auf das Barometer (§. 35.) mittelſt des Thermometers genau beſtimmen zu können,

Einflußes der Wärme auf Barometer.

nen, hat Herr de Lüc mit seinen unermüheten Untersuchungen einen Weg gebahnt. Nach mehreren angestellten Versuchen fand er, daß sich eine Queckſilber-Säule von 27 Zoll Länge bey ihrem Uebergange vom natürlichen Gefrierpunkte bis zum Siedpunkt des Wassers um 6 Linien ausdehne. Nach dieser Bestimmung also wird die jedesmalige Zunahme der Wärme um 30° im Fahrenheitischen (vom natürlichen Gefrierpunkte, oder 32. Grade angefangen bis auf dem Siedepunkt 180 hinauf) und um $13\frac{1}{4}$° im Reaumürischen Wärmemaaße, (vom Punkte o angefangen bis auf den Siedepunkt 80 hinauf) das Barometer bey übrigens gleichem Drucke der Atmosphäre jedesmal um eine Linie höher bringen; so wie die Abnahme der Wärme in der nemlichen Anzahl von Graden vom Siedepunkt bis auf den natürlichen Gefrierpunkt hinab diesen Barometer Stand jedesmal um eine Linie niederer bringt. — Es trifft daher auf jede Aenderung der Wärme um 1° Fahrenheit $\frac{1}{30}$ Linie Aenderung des Barometerstandes. In dieser Absicht, um nemlich den Einfluß, den die Wärme auf den Barometerstand hat, auf vorige Art bestimmen, und also den wahren Barometer-Stand berichtigen zu können, brachte die Churfürstliche Akademie der Wissenschaften von Mannheim mit dem Barometer, den Sie den Mitgliedern der meteorologischen Gesellschaft an verschiedenen Standorten überschickt hat, auch ein Reaumürisches Correctionsthermometer in Verbindung. — — Herr de Lüc hat zu dem Ende um mehrerer

mehrerer Bequemlichkeit willen den Abstand vom natürlichen Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt am Thermometer in 96 gleiche Theile getheilt, und so kommt auf jeden 16ten Grad Zunahme der Wärme dieses Thermometers 1 Linie Zunahme der Höhe des Barometers, und auf jede Aenderung der Wärme um 1 Grad, $\frac{1}{16}$ Linie Aenderung des Barometerstandes.

§. 118.

Fühlbarer, oder freyer Wärmestoff, und dessen Mittheilung.

Freyen Wärmestoff nenne ich denjenigen, der sich in dem Zustande der Bewegung befindet, und dadurch die Empfindung der Hitze, oder Wärme in uns erregt, d. i. uns fühlbar wird, wie auch das Thermometer afficirt, deßwegen pflegt man die freye Wärmematerie auch fühlbare, oder thermometrische Wärmematerie zu nennen. So lang der Wärmestoff zwischen den Theilen eines Körpers ruht, mithin weder auf Gefühl, noch auf Thermometer wirkt, wird selber unmerkbare Wärmematerie genennt, die wieder oder bloß adhärirend, und also schon durch mechanische Mittel leicht abzusondern, oder chemisch gebunden, mithin nur durch chemische Mittel von den übrigen Körpertheilen zu trennen ist. — Die Intensität der Hitze oder Wärme hängt von der Quantität der freyen Wärmetheilchen in einerley Raume, oder ihrer Dichtigkeit ab. Die durch ihre Wirkung aufs Thermometer bestimmten Intensitäten der Hitze nennt man auch Temperaturen der Körper. — Wenn man eine beliebige Anzahl von

Kör-

Körpern in Berührung bringt, wovon jeder einen verschiedenen Grad der freyen Wärme äussert, und sie bleiben eine hinlängliche Zeit mit einander in Berührung, so findet man, daß die wärmern von ihrer Wärme verlohren, die kältern aber wärmer geworden sind, und daß dieß wechselseitige Geben, und Entziehen des freyen Wärmestoffes so lange fortdauere, so lange an einem noch ein Ueberschuß von Wärme vorhanden, oder bis das Thermometer in allen zusammen eine gleichförmige Temperatur anzeigt. Besonders werden die Körper, welche uns umgeben, von der Luft, in der sie sich befinden, erkältet, oder erwärmet, und daher nehmen sie auch alle zuletzt die Temperatur der Luft an, wenn nicht andere Ursachen dagegen sind. Diese gleichförmige Verbreitung der Wärme unter Körpern, die anfänglich einen verschiedenen Grad der Wärme halten, nennt man die Mittheilung der Wärme.

§. 119.

Wärmeleiter. Diejenigen mittlern Körper, durch welche der freye Wärmestoff von einem zum andern fortgepflanzt werden kann, bis alle umgebenden Körper auf die nemliche Temperatur erhoben sind, nennt man Leiter der Wärme. Und je nachdem dieser Uebergang des Wärmestoffes durch dieselben schneller, oder langsamer vor sich geht, heißen sie bessere, oder schlechtere Leiter des freyen Wärmestoffes. Ritter Thompson, von dem wir die zahlreichesten Versuche über diesen Gegenstand haben, nennt jene

die

die bessern Wärmeleiter, welche die Abkühlung eines darin eingeschlossenen erhitzten Körpers schneller, als andere zulassen. — Alle Körper der Natur besitzen diese Eigenschaft den Wärmestoff aufzunehmen, und wieder fortzupflanzen, mehr oder weniger, und sind folglich bessere, oder schlechtere Leiter desselben. Im gemeinen Leben nennen wir schlechte Leiter für die Wärme z. B. Wolle, Federn, Haare, Pelzwerk, warme, oder auch warmhaltende Körper.

Versuche.

1. Versuch. Wird ein Stück angezündeter Schwamm auf eine kalte Metallplatte gelegt, so verlischt er bald ohne ganz zu verbrennen; wird selber hingegen auf einen warmen Körper, oder auf Holz gelegt, so brennt er ganz aus.

2. Versuch. Wenn man dünne Stäbe von Siegellack, Holz, Glas, Metall in gleicher Länge, und Dichte über eine Lichtflamme hält, so ist man viel eher gezwungen den metallenen Stab hinwegzuwerfen, als den hölzernen, gläsernen, und harzenen, wenn gleich dieser am andern Ende mit heller Flamme brennt, oder der gläserne Stab glüht, und flüßig wird.

3. Versuch. Wird ein Stückchen Kupfer in eine Nußschaale mit einer Vermischung von 3 Quintchen Salpeter, 1 Quintchen Schwefel, und 1 Quintchen feine Sägespäne gethan, und die Mischung entzündet, so fängt das Kupfer, welches zum Schmel-

zen einen sehr hohen Grad von Hitze fodert, in weniger als einer Minute in der Nußschaale zu fließen an, ohne daß sie verbrennt.

4. Versuch. Wird eine Bleykugel sehr fest im Papier eingewickelt, so, daß sich das Papier, so viel möglich, um und um an die Bleykugel fest anschließt; hält man demnach die eingewickelte Kugel über ein Licht, so wird das Bley im Papiere zu schmelzen anfangen, ehe das Papier verbrennt.

5. Versuch. Wasser wird in einer papiernen Pfanne über der Flamme einer Weingeistlampe siedend gemacht.

6. Versuch. Wird ein Zwirnsfaden um eine mit kalten Wasser angefüllte Glasröhre, oder um ein Stück kaltes Metall fest gebunden, und über die Flamme gehalten, so erhält sich der Faden lange unverbrannt in der Hitze, die ihm vorzüglich das kalte Wasser oder Metall entzieht.

7. Versuch. Nimmt man verschiedene Dräthe völlig von gleicher Dicke und Länge, und taucht sie zusammen in geschmolzenes weißes Wachs, läßt das Wachs auf ihnen erkalten, und taucht hierauf ihre Spitzen alle gleich tief in sehr heißes Oehl, mit der Bemerkung, wie hoch an jedem Drahte das Wachs durch die Hitze des Oels abschmelzt. Je höher dieser Punkt über der erhitzten Spitze liegt,

um

um desto tiefer muß die Wärme in den Drath eingedrungen seyn, mithin das Metall selbst ein desto besserer Leiter seyn. Am höchsten werden wir diesen Punkt beym Silber finden, und bey den übrigen Metallen immer niedriger und niedriger in folgender Ordnung: Kupfer, Gold, Zinn, Eisen, Stahl, Bley, Platinum. Also ist das dichteste Metall das Platinum der schlechteste Wärmeleiter; Bley auch sehr schlecht, und schlechter als alle übrigen, das Silber hingegen der beste unter allen.

8. Versuch. Werden zwey gleich warme, und völlig gleiche Thermometer, das eine in Wasser, das andere in gleich kaltes Queckſilber versenkt, und sind dabey die Kugeln der Thermometer klein, die zwo flüßigen Massen aber groß, daß diese von jenen nicht merklich erwärmt werden können; so werden wir finden, daß das Thermometer im Queckſilber etwas länger noch seine Wärme behalte, als das im Wasser, oder daß das Thermometer im Queckſilber etwas langsamer erkalte, als im Wasser, mithin das Wasser ein besserer Leiter, als das Queckſilber sey, obwohl dieß um vierzehnmal dichter ist, als jenes. Wäre also das Wasser eben so dicht als Queckſilber, so würde es viel stärker erkalten als dieses.

Aus allen vorgehenden Versuchen läßt sich mit vielem Grunde folgern, daß unter den festen Körpern die Metalle die besten Leiter des Wärmestoffes sind; daß Holz, Papier, Zwirn u. d. gl.

weit schlechtere Leiter als die Metalle, die schlechtesten aber Harz, und Glas seyen, so wie überhaupts nach Franklins, und Achards Bemerkungen die besten, oder schlechtesten Leiter der Electricität, auch die besten oder schlechtesten Leiter der Wärme sind. Ueberhaupts scheinen die festen Körper die Wärme viel schlechter zu leiten, als die tropfbaren Flüßigkeiten, und am besten die elastischen Flüßigkeiten; wenigst verbreitet sich die Wärme in den erstern viel langsamer, als in den letztern. Eis und Schnee leiten alle Wärme unter dem natürlichen Gefrierpunkte; die über diesem Punkt freylich nicht, weil sie den Wärmestoff, der ihnen von andern Körpern mitgetheilt wird, binden, um wieder flüßig zu werden. Wenn sie aber geschmolzen, also wieder zu Wasser geworden, dann leiten sie auch diese.

Anmerk. Man hatte ehedem die Meynung, dichtere Körper sind bessere Leiter, als lockere, wenn sie an der nemlichen Berührungsfläche mehr Masse enthalten, und dem Wärmestoff mehr Berührungspunkte zur Mittheilung darbiethen; daraus erklärte man sich, warum sich Metalle, und Steine kälter anfühlen, als Holz oder Tuch vor der nemlichen Temperatur, weil jene nemlich unsern wärmern Körpern in gleicher Zeit mehr Wärme rauben, als diese. Allein der 7te und 8te Versuch hebt die Allgemeinheit dieses Satzes auf, den man ehemals gröstentheils nur deßwegen als allgemein anerkennet hat, weil die dichtern z. B. Queckſilber unserm Gefühle

weit

weit kälter scheinen, mithin uns unsere Wärme schneller rauben, als die minder dichten, z. B. Wasser. Was aber das Gefühl für ein schlechtes Maaß der fühlbaren Wärme anderer Körper sey, habe ich schon gleich Anfangs, auch am 108. §. angemerkt, und bestättigt sich wieder aufs neue dadurch, daß dieses Gefühl für Wärme, und Kälte anderer Körper nicht immer mit dem wahren Zustande derselben, den wir mittelst des Thermometers allein richtig bestimmen können, in Rücksicht ihrer Temperatur übereinstimme. Neblichte Luft scheint uns kälter als trockene, und für sich kältere Luft; so wie uns Queckſilber kälter vorkömmt, als Wasser; so halten wir tiefe Keller im Sommer für kalt, und im Winter für warm; je nachdem die Körper, welche wir berühren, unsere natürliche Wärme vermehren, oder vermindern. Aufs Thermometer hingegen haben diese Umstände weiter keinen solchen Einfluß.

§. 120.

Woher ihre Verschiedenheit.

Wenn schon das wärmeleitende Vermögen in gleichartigen Körpern ganz den Massen proportional ist; so hängt doch die Verschiedenheit dieses Vermögens in ungleichartigen Körpern keineswegs von ihrer Dichtigkeit, oder größeren Masse unter einem gegebenen Rauminhalte ab (vorig. §.) sondern ist bloß eine Folge des verschiedenen Grades ihrer eigenthümlichen Verwandschaft zum Wärmestoff, daß also nothwendig das wärmeleitende Vermögen in gleichartigen mit der Masse, in ungleich=

gleichartigen Körpern aber mit ihrer eigenthümlichen Verwandschaft zum Wärmestoff wachsen und abnehmen müsse. Alle vorgehenden Erscheinungen gewinnen dadurch eine ganz natürliche Erklärung.

§. 121.

Vertheilung des Wärmestoffes unter gleichartigen Körpern.

Weil gleichartige Körper eine gleiche Verwandschaft zum Wärmestoffe, mithin ein gleiches wärmeleitendes Vermögen haben, und bey gleichen Temperaturen in gleichen Massen und Rauminhalte gleiche Quantität des Wärmestoffes besitzen; so folgt nothwendig, daß, bey der Vermischung zweyer gleichartigen Flüßigkeiten, oder auch gepülverter fester Körper von verschiedener Temperatur, die Vertheilung des Ueberschusses der Wärme ganz gleichförmig nach dem Verhältnisse der vermischten Massen, oder ihres körperlichen Inhaltes geschehen müsse. Sind daher die Massen der zumischenden Theile eines gleichartigen Körpers und der Grad der Wärme eines jeden vor der Mischung bekannt, so kann man immer den Grad der Wärme bestimmen, den die Mischung haben muß, wenn man die Summen ihrer Produkte aus den beyden Massen in ihre Wärmegrade vor der Mischung durch die Summe beyder Massen dividirt, d. i. $\frac{M\,W + m\,w}{M + m} = x$ oder dem Grade der Wärme nach der Mischung. Sind die Massen gleich, so wird $x = \frac{W + w}{2}$ seyn.

1. Versuch. Werden zwo Portionen Weingeist mit einander vermischt, die eine hat eine Masse = 2, und 10 Grad Wärme, die andere eine Masse = 1, und 20 Grad Wärme vor der Mischung, so wird die Erfahrung beweisen, daß der Grad der Wärme in den vermischten Massen x = $\frac{2 \times 10 + 1 \times 20}{2 + 1}$ = 13 $\frac{1}{3}$ sey. Versuche.

2. Versuch. Werden zwo Portionen Wasser miteinander vermischt, die eine hat eine Masse = 1, und 10 Grad Wärme, die andere hingegen eine Masse = 3, und 25 Grad Wärme, so wird die Mischung einen Wärmegrad x erhalten = $\frac{1 \times 10 + 3 \times 25}{1 + 3}$ = 21 $\frac{1}{4}$. Doch wird durch die Berührung der Luft unter der zum Versuch nöthigen Zeit immer etwas von der Wärme abgeleitet, daher die Versuche nur beynahe mit der vorigen Berechnung übereinstimmen.

§. 122.

Vertheilung des Wärmestoffes unter ungleichartigen Körpern.

Ganz anders verhält es sich mit der Vertheilung der Wärme unter ungleichartigen Stoffen, wenn sie verschiedene Grade der Wärme haben, und miteinander vermischt werden; indem sie sich in diesem Falle weder nach der Masse, noch nach den Räumen richtet, sondern bloß nach der eigenthümlichen Verwandschaft der gemischten Körper zum Wärmestoff; denn je nachdem die Verwandschaft der Körper zum Wärmestoff größer, oder kleiner ist, so fo-

dern sie auch mehr, oder weniger von selben um zur bestimmten Temperatur zu kommen, oder einen gleichen Grad der fühlbaren Wärme zu erhalten; daher kann eine gleiche Menge Wärmestoffes verschiedenartige Körper ungleich stark, und eine ungleiche Menge desselben verschiedenartige Körper gleich stark erwärmen.

Versuche. 1. Versuch. Wird ein Pfund Queckſilber und ein Pfund Wasser, das eine höhere Temperatur hat als jenes, miteinander vermischt, so wird die fühlbare Wärme des Gemenges größer, als das arithmetische Mittel der vorigen Temperatur; ist aber das Queckſilber wärmer, als das Wasser, so wird die Temperatur des Gemenges allezeit kleiner, als das arithmetische Mittel. Beträgt z. B. die Wärme des Wassers = 110° F., und die des Queckſilbers = 44°; so wird die Mischung beyläufig 107° haben, da sie nur, wenn die Vertheilung des Ueberschusses der Wärme des Wassers sich nach den Massen richten würde, 77 hätte erhalten müssen. Wenn aber das Queckſilber 110° Wärme, und das Wasser 44° hat, so wird die Mischung nur 47° haben. Wenn also das Wasser 3 Grade durch Vertheilung verliert, so gewinnt das Queckſilber schon 63 Grade, und wenn hingegen das Queckſilber 63 Grade verliert, so gewinnt das Wasser nur 3 Grade. Weil also die Temperatur des Wassers bey der Vermengung mit gleichviel Queckſilber um 1 Grad wächst, oder abnimmt, während die des Queckſilbers um

21 Gra=

21 Grade abnimmt, oder wächst; so können wir schliessen, daß eine gewisse Menge Wärmestoffes, welche die Temperatur des Wassers nur um 1 Grad erhöhet, das Queckſilber von dem nemlichen Gewichte schon um 21 Grade wärmer macht, und daß, wenn beyde, bey gleichen Gewichten, gleiche Temperaturen haben, die Quantitäten der freyen Wärmetheilchen im Queckſilber zu denen im Waſſer ſich verhalten, wie 1 : 21; oder daß das Waſſer, um mit dem Queckſilber vom nemlichen Gewichte gleiche Temperatur zu bekommen, 21mal mehr Wärmestoff fodere, als das Queckſilber, mithin im Waſſer bey gleicher Temperatur, und gleichem Gewichte mit dem Queckſilber, 21mal mehr freyen Wärmestoffes vorhanden ſey, als im Queckſilber.

2. Verſuch. Man vermiſche ein Pfund Schnee, deſſen Temperatur 32 Grad F. iſt, mit einem Pfund Waſſer von 120 Graden; die Temperatur des Gemiſches wird 32° ſeyn; wäre aber die Vertheilung des Unterſchiedes der Wärme den Maſſen proportional, ſo müßte ſelbe 76 Grade werden.

§. 123.

Das Verhältniß der Quantitäten freyer Wärmetheilchen in ungleichartigen Körpern bey gleicher Temperatur, und gleichem Gewichte nennt man die ſpecifiſche Wärme. Wenn man alſo nach dem im vorigen §. angezeigten Verfahren, gefunden hat, um wieviel mehr freyen Wärmenſtoff der Körper A, Specifiſche Wärme.

als der Körper B vom nemlichen Gewichte nothwendig habe, um gleiche Temperatur zu erhalten; so geben die gefundenen Zahlen das Verhältniß ihrer eigenthümlichen, oder specifischen Wärme. Es ist also die specifische Wärme des Wassers zu jener des Queckſilbers, wie 63 : 3, oder 21 : 1, und wenn die specifische Wärme des Wassers = 1 angenommen wird, die specifische Wärme des Queckſilbers = $\frac{1}{21}$. — Diese Lehre der specifischen Wärme ist ein sehr wichtiges Produkt der Bemühungen neuerer Naturforscher; besonders haben **Wilke**, **Black**, **Irvine**, **Crawford**, **Kirwan** hierinn viel geleistet, die specifische Wärme verschiedener Körper bestimmt, und in Tabellen * angezeigt, wobey die specifische Wärme des Wassers als 1 angenommen wurde.

* Sieh Grens Grundriß, und Achards Experiment. Physik.

§. 124.

Unmerkbarer Wärmestoff.

Wenn ein Körper, der eine gewisse Quantität Wärmestoff im adhärirenden, oder gebundenen Zustand enthält, in dem sie weder auf Gefühl, noch auf Thermometer ihre Wirkung äußert (§. 118.), an seiner innern Mischung, seiner Form, oder seinem Aggregatzustande so eine merkliche Veränderung leidet, daß selber nachher eine geringere, oder größere specifische Wärme, eine geringere oder größere Capacität zum Wärmestoff, als sie vorhin war, erhält; so wird im ersten Falle bey dieser

Ver-

Veränderung ein Theil des Wärmestoffes, dessen Menge durch den Unterschied der specifischen Wärme-Capacität des Körpers vor und nach der Veränderung bestimmt wird, frey werden, und als freyer Wärmestoff auf Gefühl, und Thermometer wirken; im zweyten Falle aber, wo er eine größere Quantität Wärmestoff zu fixiren im Stande ist, wird er einen freyen Wärmestoff einschlucken, und verminderte fühlbare Wärme oder Kälte wird der nothwendige Erfolg davon seyn. Der Wärmestoff kann solchergestalt auf eine höchst mannigfaltige Weise bald frey, bald wieder unmerkbar werden, mithin auch Hitze und Kälte bloß durch die Veränderungen, welche die Körper in ihrem Aggregatzustande leiden, erzeuget werden. Die hieher gehörigen Fälle lassen sich alle unter folgende Gesetze bringen.

§. 125.

Gesetze, nach welchen der Wärmestoff bald frey, bald wieder unmerkbar wird.

Der freye Wärmestoff wird zum unmerkbaren in Körpern, die aus dem Zustande der Festigkeit in den der tropfbaren Flüßigkeit übergehen; woraus denn wieder folgt, daß dabey Kälte erzeuget werden müsse, und daß der nemliche Körper im flüßigen Zustande mehr specifische Wärmecapacität habe, als im festen. Beweise aus Versuchen.

Versuche.

1. Versuch. Ist eine Masse gestossenes Eis in einem Gefäße soweit erkaltet, daß ein hingehängtes Thermometer 10 Grade Fr. zeige, und bringt

man

man das Gefäß in ein geheiztes Zimmer, so, daß die kalte Masse nun einer beständig gleichförmigen und freyen Wärme ausgesetzt sey. Das Thermometer wird nun bis auf den natürlichen Eispunkt oder 32 Grade steigen, aber hier stille stehen, und nicht höher steigen, so viel Wärmestoff ihm auch noch ferners zugeführt wird, bis es endlich nach und nach geschmolzen, und wieder flüßig geworden; erst dann, wenn dieß geschehen, steigt das Thermometer wieder höher. — Der auf das Eis wirkende Wärmestoff erhöht also die Temperatur des Eises keineswegs über den natürlichen Eispunkt, sondern verwendet alle seine Kräften darauf, um selbes in tropfbares flüßiges Wasser zu verwandeln. Das Eis nimmt daher allen Wärmestoff aus dem geheizten Zimmer, oder andern umliegenden erwärmten Körpern in sich, ohne dem Thermometer oder unserm Gefühle davon mitzutheilen, und dieß so lange, bis es eine hinlängliche Menge aufgenommen hat, um wieder flüßig werden zu können.

2. Versuch. Ein Pfund Schnee von 32 Grad Fr. mit 1 Pfund heißen Wasser von 162 Grad giebt eine Temperatur von 32 Grad. Die Quantität des vom Schnee verschluckten Wärmestoffes ist also 162 — 32 = 130 Grade, und eben diejenige, die dem Schnee nothwendig ist, um völlig geschmolzen zu werden. Es geht also seine ganze Wirkung für Gefühl, und Thermometer verlohren.

3. Versuch. Wird Salmiak, oder Salpeter im Wasser aufgelöst, so wird dem Wasser davon eine ziemliche Menge Wärmestoff entzogen, und gebunden, wobey das Wasser merklich erkältet.

4. Versuch. Wird Schnee, oder Eis mit concentrirter Salpetersäure übergossen, so löst es sich schnell auf, und erkältet in einem sehr hohen Grade.

5. Versuch. Wird ein Gefäß mit Wasser in eine Vermischung von Schnee, Salmiak, und Salpeter gestellt, und die Mischung durch ein Kohlenfeuer zum schnellen Schmelzen gebracht, so wächst die Kälte des Wassers im Gefäße mit der Schnelligkeit des Schmelzens so hoch, daß es zu Eis wird.

6. Versuch. Mit verdünnter Vitriolsäure, und starken rauchenden Salpetergeist, oder mit gepülverten krystallinischen Glaubersalze in Salpetersäure aufgelöst u. d. gl. werden so starke Erkältungen gemacht, daß man ohne Eis, und Schnee auch das Queckſilber zu jeder Jahreszeit selbst in den heissesten Klimaten zum Gefrieren bringen kann. (Sieh Grens Journ. d. Physik II. B. Seite 358.)

II. Der unmerkbar gewordene Wärmestoff wird wieder zum freyen in Körpern, die aus dem Zustande der tropfbaren Flüßigkeit in den der Festigkeit übergehen, oder überhaupts eine dich- II. Gesetz.

dichtere Flüßigkeit bilden. Dieses Gesetz ist das umgekehrte des vorigen, und eine ganz natürliche Folge davon; die Körper, die beym Schmelzen Wärmestoff verschluckt haben, müssen beym Gestehen denselben wieder absetzen.

Versuche. 1. Versuch. Wird Wasser über gepülverten Gips gegossen, so wird das Wasser vom Gipse gebunden, während eine ansehnliche Menge Wärmestoffes los, und fühlbar wird; die Mischung bildet einen festen Körper.

2. Versuch. Wird Wasser auf ungelöschten Kalk gegossen; während der Kalk einen Theil des Wassers bindet, und so das Wasser seinen flüßigen Zustand mit dem festen vertauscht, oder zum festen Kristallisationswasser wird, entsteht eine beträchtliche Erhitzung, oder vermehrte freye Wärme. Daher kömmt auch die so starke Erhitzung der gebrannten Bittersalzerde mit Vitriolöl; der Metalle bey der Auflösung in concentrirten Säuern, u. d. gl.

3. Versuch. Wird Wasser und Weingeist, oder Essig und Wasser, oder Mehl und Wasser von gleicher Temperatur miteinander vermischt, so nehmen sie einen kleinern Raum ein (I. Th. §. 9.) als beyde zusammen vor der Mischung; die Mischung wird also dichter, aber auch zugleich wärmer, ein Beweis, daß mit dem Grade der Verdichtung verhältnißmäßiger Wärmestoff frey werde.

4. Ver-

4. Versuch. Wird concentrirte Vitriolsäure mit Wasser vermischt, so bilden sie gleichfalls eine dichtere Masse, als vorhin beyde einzeln waren; dabey aber entbindet sich so viel Wärmestoff, daß man das Glas, in welchem die Mischung enthalten ist, ohne sich zu brennen nicht angreifen kann, obwohl beyde Flüßigkeit vor ihrer Mischung nur den Grad der Wärme der sie umgebenden Luft hatten. — Hieraus wird auch die Selbstentzündnng der ätherischen Oele durch Salpetersäure erklärbar.

III. Der freye Wärmestoff wird zum unmerkbaren in Körpern, die aus dem Zustande der tropfbaren Flüßigkeit in den des Dampfes übergehen. Beyspiele davon in Versuchen. III. Gesetz.

1. Versuch. Wird das Wasser, das wir beym Versuche. I. Gesetze im 1. Versuche aus Eis zu einer tropfbaren Flüßigkeit gemacht, im offenen Gefäße über dem Feuer noch mehr erhitzt, so gelangt das Thermometer endlich, wenn das Wasser zum Kochen gekommen, an den Siedpunkt, bey dem es wieder fixirt bleibt, und ferner nicht mehr höher steigt, wenn schon das Wasser immerzu über dem Feuer siedet, und in Dämpfe übergeht. (§. 105. Versuch 9.) — Der auf das tropfbare Flüßige wirkende Wärmestoff erhöht das Thermometer über dem Siedpunkt eben so wenig, als der auf das Eis wirkende es über den Gefrierpunkt erhitzen kann. Die Wirkung des Wärmestoffes auf das tropfbare Flüßige bey der Siedhitze

schränkt sich also nur wieder darauf ein, um es in Dampf zu verwandeln; so wie die Wärmetheile alle ihre Kräfte nur darauf verwenden, um das Eis in tropfbares Flüßiges zu verwandeln. So lang also die Verwandlung des Wassers in Dämpfe dauert, bleibt der Zuwachs des Wärmestoffes für Gefühl, und Thermometer unmerkbar, und also letzters auf dem Siedepunkte, so wie bey der Verwandlung des Eises in Wasser, auf dem Gefrierpunkte unverändert stehen.

2. Versuch. Wird ein Thermometer in Wasser, oder Weingeist gebracht, welche den Grad der fühlbaren Wärme der atmosphärischen Luft haben, und nach dem Herausnehmen frey in der Luft aufgehangen, so beobachtet man, daß das Queckſilber merklich falle, und das noch mehr bey dem im Weingeist, als im Wasser versenkten Thermometer, vorzüglich wenn mit einem Blasebalg dagegen geblasen wird. Die Flüßigkeiten, welche sich an die Kugel des Thermometers anhängen, verdampfen, fixiren dadurch den Wärmestoff, und erkalten also das Queckſilber. Weingeist ist flüchtiger, geht daher schneller in Dampfe über, und fixirt mehr Wärmestoff als Wasser; so wie auch das Anblasen mit dem Blasebalg die Verdämpfung beschleinigt, und dadurch die Kälte vermehret. In warmen Ländern bedient man sich dieser durch die Verdämpfung des Wassers hervorgebrachten Kälte, um das Trinkwasser kalt zu erhalten; sie füllen es in dieser Absicht in irdene,

sehr

sehr porõse Töpfe, durch welche es durchschwitzt, bebinden den Topf mit Lappen, die das durchschwitzende Wasser immer naß erhalten, und setzen den Topf der Wirkung der Sonne aus, wodurch die Verdämpfung des Wassers sehr beschleunigt, und das Wasser wegen der mit der Verdämpfung verknüpften Bindung des Wärmestoffes immerzu kalt erhalten wird. Darauf gründet sich auch das Abkühlen der Zimmer im Sommer durch Besprengen mit Wasser.

3. Versuch. Auf gleiche Art wird durch die vorzüglich schnelle Verdünstung der so flüchtigen Vitriolnaphta das Queckſilber im Thermometer so tief gebracht, als es bey der strengsten Kälte im kältesten Klima zu stehen pflegt. — Durch die Verdünstung der Naphta läßt sich auch Wasser in Eis verwandeln; durch die dadurch bewirkte Kälte kann man auch Thiere in warmen Sommertägen erfrieren lassen, wenn man sie beständig mit Naphta benetzt, und zur Beschleunigung der Abdämpfung mit einem Blasebalg dagegen bläst.

4. Versuch. Apparat zum Versuch: e f g ist ein gläserner Recipient, der etwa einige Kahnen Wassers fassen kann, und dessen Hals e cylindrisch, und oben offen ist. An die Mündung des Halses ist eine messingene Kappe d gekittet, in derer Mitte eine Oeffnung ist, durch welche die Röhre des oben bey a offenen Lufthermometers a c b tritt, die darin mit Siegellack luftdicht eingekittet ist. Die Kugel Taf. IV. Fig. 4.

gel b des Thermometers ist von dünnem Glase, und zur Hälfte mit gefärbten Weingeist gefüllt, der etwa bis c in der Röhre, also in hinlänglicher Höhe derselben außerhalb dem Recipienten steht. In die Kappe d kann man nun noch eine Oeffnung mit einer Schraube h anbringen, um den Recipienten beym pneumatisch-chemischen Apparat zu brauchen, wie z. B. bey der Zersetzung der Luftarten (§. 39 und folg. §§.). Setzt man nun den Recipienten auf das feuchte Leder des Tellers der Luftpumpe, und zieht darunter die Luft aus, so sinkt die Flüßigkeit des Thermometers augenblicklich, und merklich, zum offenbaren Beweise, daß freyer Wärmestoff verschluckt wird, während daß die Feuchtigkeit des Leders durch den verminderten Druck der Luft sich zum elastischen Dunst ausbreitet. So wie man aber wieder Luft unter den Recipienten treten läßt, so wird der vom Dunst gebundene Wärmestoff wieder frey, und das Thermometer steigt sehr merklich in die Höhe.

IV. Gesetz. IV. Der unmerkbar gewordene Wärmestoff wird wieder frey und fühlbar in Körpern, die aus dem Zustande des Dampfes in tropfbar flüßige oder feste übergehen. Dieß Gesetz ist wieder das umgekehrte des vorigen, und eine ganz natürliche Folge desselben. Die Körper haben nemlich in diesem veränderten Aggregatzustande nicht mehr die größere Menge des gebundenen Wärmestoffes nöthig, um eben die Temperatur zu zei-

gen;

gen; sie lassen ihn also während ihres Ueberganges aus Dampf zum tropfbarflüßigen, oder festen Körper fahren, und setzen ihn als fühlbare Wärme ab. Zu Beyspielen Versuche.

1. Versuch. Ein Thermometer, welches in Wasserdämpfe gehalten, die wirklich in den Zustand des tropfbaren Wassers übergehen, steht höher, als es in dem Dampfe stund, da er noch vollkommen dampfförmige Gestalt hatte. Versuche.

2. Versuch. Man drücke durch irgend ein mechanisches Mittel in einem Recipienten den Dampf des siedenden Wassers, der den Siedpunkt des Wassers = 80° Reaumürwärme hat, zusammen, und diese Wärme wird ohne Zuthun vom äussern Feuer blos wegen der verborgenen Wärme, welche ein Theil des Dampfes absetzt, um viele Grade steigen. Dieser Dampf hört nemlich, wegen des hinzugekommenen Druckes, den er leidet, auf Dampf zu seyn, da er dann dadurch das Uebermaaß der Kapacität, das er als Dampf zum Wärmestoff hatte, verliert, und die gewöhnliche Kapacität des Wassers wieder annimmt.

3. Versuch. Bey den Destillationen aus der Blase, und dem Helm wird der letztere und die Röhre des Kühlfasses sehr schnell, und ungemein heiß, wenn auch nur wenige Unzen in Dampfgestalt hindurchgehen; da sie kaum lau werden, wenn man eben so viel Unzen siedend Wasser hindurch gießt. Es setzt also eine kleine Quantität Wasser in Dampf-

gestalt viel mehr Wärme ab, als eine gleiche Quantität siedend Wasser, wenn auch die Temperatur in beyden einerley nemlich 212° F. ist.

V. Gesetz. V. Der freye Wärmestoff wird verschluckt, und zum gebundenen in Körpern, die aus dem Aggregatzustande der Festigkeit, der tropfbaren Flüßigkeit, oder des Dampfes in den luftförmigen Zustand übergehen. Die Form der luftförmigen Flüßigkeit ist ein höherer Grad des Dampfes; man sieht also leicht, daß die Körper bey ihrem Uebergange in denselben noch mehr Wärmestoff verschlucken müssen, als wenn sie bloß zu Dämpfen, oder Dünsten werden. Alle Gasarten, die im Grunde alle feste, oder tropfbare flüßige Körper sind, und erst durch Wärmestoff luftförmig werden, haben daher zu ihrer Entstehung Wärmestoff nöthig. (§. 39. u. folg. §§.) Das erwähnte Naturgesetz findet indeß seine völlige Bestättigung durch das folgende.

VI. Gesetz. VI. Der in den Gasarten gebundene Wärmestoff wird wieder frey aus denselben entwickelt, wenn sie aus dem Zustande der Luftförmigen Flüßigkeit in dampfförmige, tropfbar flüßige oder feste Stoffe übergehen. Die Erfahrungen, welche dieß Gesetz, und dadurch zugleich das vorgehende bestättigen, sind sehr zahlreich; es ist ebenfalls allgemein, und ohne Ausnahme. Jede Vernichtung der luftförmigen Aggregation einer Flüßigkeit ist mit fühlbarer Wärme, und Hitze verknüpft, und jede Luftart läßt den Wärmestoff fahren, den

sie,

sie, um luftförmig zu seyn, gebunden hatte, sobald sie zum Dampf oder zur tropfbaren Flüssigkeit, oder zum festen Körper wird. Beyspiele davon in Versuchen.

Versuche.

1. Versuch. Wird der vorhin beschriebene, und Fig. 4. abgebildete Recipient nach geöffneter Schraube h in die mit Wasser gefüllte Wanne des pneumatischen Apparats senkrecht getaucht, so, daß ihn das Wasser ganz anfüllt, dann die Schraube luftdicht wieder verschlossen, und er so auf das Gesimse der Wanne gehoben, und zur Hälfte mit dephlogistisierter oder auch nur mit atmosphärischer Luft gefüllt; so wird das Thermometer die Temperatur der Luft, die es umgiebt, annehmen, aber sogleich sehr hoch getrieben werden, sobald Salpeterluft hinzugemischt, und dadurch in Salpeterdampf verwandelt wird, obschon die letztere gleich bey ihrem Durchgange durch das kalte Wasser eine niedrigere Temperatur erlangt. (§. 48.)

2. Versuch. Eben so bringt auch die Zersetzung der kochsalzsauern Luft, oder auch der flußspathsauern Luft durch die respirable Luft (§. 62. 71.) bey ihrer Verwandlung in Dampf fühlbare Wärme hervor.

3. Versuch. Mischt man salzsaure, und flüchtig alkalinische Luft zusammen, so entsteht sogleich ein fester Körper, (Salmiak.) Mischt man hepatische Luft, und dephlogistisierte Salzsäure, so erhalten wir Schwefel, und Salzsäure. Flüchtig alkalinische

kalinische Luft, und Luftsäure vermischt bilden einen festen Körper (flüchtiges mildes Alkali), so wie vitriolsaure Luft, und flüchtig alkalinische Luft einen festen Körper (schwefelsaures flüchtiges Laugensalz) bilden. Alle diese Aendrungen des Aggregatzustandes benannter Luftarten sind mit Entbindung der freyen Wärme verknüpft. — Die Selbstentzündung des Phosphorgas bey der Berührung der respirablen Luft hat ebenfalls in der Erwärmung ihren Grund, welche entstehen muß, wenn die erstere durch Entziehung eines Antheils ihres entzündlichen Grundstoffes vermittelst der letztern aus der luftförmigen in die dampfförmige Form kömmt, und diese Erhitzung ist im Stande den Phosphor, woraus der Dampf besteht, zur Entzündung zu bringen. (§. 39.)

Anmerk. Auf solche Art kann man auf mancherley Weise den Wärmestoff binden, unfühlbar machen, und dabey Kälte hervorbringen, oder selben auch wieder seiner Banden entledigen, bloß dadurch, daß Körper ihren Zustand, und dadurch ihre Kapazität zum Wärmestoff ändern. Es giebt aber auch noch ausser den bisher angezeigten Methoden den in den Körpern lateuten, oder gebundenen Wärmestoff zu entwickeln noch andere leichtere, und gewöhnlichere Mittel so eine Entwicklung zu bewirken; davon im folgenden.

§. 126.

Die gewöhnlichsten Wege

1. Das vorzüglichste, und leichteste Mittel die Entwicklung des adhärirenden Wärmestoffes zu bewirken,

wirken, ist ohne Zweifel die Reibung, und Erschütterung der kleinsten Körpertheile. Davon können wir uns aus den im §. 100. angeführten Beobachtungen ganz leicht überzeugen. Fassen wir einen Strick fest an, und lassen wir uns schnell an selbem herunter, so können wir uns sogar die Hände an ihm verbrennen. Wenn man harte Körper bohrt, durchsticht, oder schneidet, so werden die Werkzeuge oft so heiß, daß man sie im Wasser abkühlen muß. Wenn man sehr schnell fährt, so erhitzen sich oft die Achsen der Räder bis zum Entzünden, wenn sie nicht wohl geschmiert, um dadurch die Reibung, und zugleich die Entwicklung der Wärme zu vermindern. Wenn zwo eiserne Platten aufeinander gelegt, mit einem Gewichte beschwert, und alsdann die obere, auf der untern hin, und her bewegt wird, so erhitzen sich beyde nach, und nach bis zum Glühen. Eisen, und andere Metalle, wenn sie schnell auf dem Amboße gehämmert werden, erhitzen sich sehr merklich, um so viel mehr, und geschwinder, je härter, und elastischer die Metalle sind, weil die Theile elastischer Körper unter den Hammerstreichen mehr erschüttert werden, und länger zittern, daher sich die elastischen Wärmetheile eher, und in größerer Menge losmachen können. Deßwegen wird der Stahl, wenn man ihn schnell hämmert, oft bis zum Glühen heiß, und viel heisser als Bley, welches man auf eine gleiche Art behandelt. Wenn wir mit einem Feuersteine aus dem Stahle Funken schlagen, so ist die Wärme der abgeschlagenen Theil-

auf welchen Wärmestoff entwickelt wird.

1. Reibung.

chen gleich so groß, daß diese schmelzen, oder gar verbrennen; denn wenn man im Dunkeln auf weisses Papier Feuerfunken schlägt, und die abgeschlagenen Stahltheilchen, die eigentlich ganz allein im Dunkeln leichten, durch Hilfe eines Vergrösserungsglases betrachtet, so finden wir, daß sie an den Magnet sich anhängen, daß sie meistens rund sind, daß sich einige davon gar leicht unter dem Nagel zerdrücken lassen; diese Kügelchen müssen also flüßig gewesen seyn, weil sie die Gestalt eines runden Tropfen angenommen; einige davon müssen sogar verbrannt worden seyn, weil sie so leicht zerrieben werden können. Diese Methode durch die Reibung Wärme, Hitze, und endlich auch Feuer zu entwickeln, war schon den rohesten Nationen bekannt; die Wilden bedienten sich trockner, und harter Hölzer, wenn sie Feuer anmachen wollten; sie drückten einen gespitzten Stock gegen eine in einem Stück Holz gemachte Vertiefung, und drehten zugleich den Stock schnell zwischen beyden Händen wie einen Querl. Man kann dieses nachahmen: Wenn man einen an beyden Enden etwas stumpf zugespitzten Stock vom trocknen Birnbaumholze, und zwey Brettchen von einem ähnlichen harten Holze mit eingebohrten flachen Vertiefungen nimmt, das eine Brett etwa an der Wand befestiget, das andere vor die Brust legt, den Stock horizontal zwischen beyden Brettern andrückt, so, daß seine stumpfen Spitzen sich in den Löchern der Bretter befinden, und ihn alsdann durch eine Schnur und Bogen schnell herumdreht. Das-

Versuch.

durch

durch erhitzt sich das Holz in den Vertiefungen geschwind, es wird braun, es raucht, und entzündet sich zuletzt. — — Die Erzeugung der Wärme durch Reiben bey festen Körpern läßt sich ganz natürlich aus dem Freywerden des in den Körpern befindlichen latenten Wärmestoffes vermittelst des mechanischen Druckes, oder Stosses der Körpertheile erklären. Vielleicht könnte sie aber auch von der dadurch bewirkten Zersetzung des Brennstoffes herrühren, um so mehr, als wir auch zugleich dabey Licht wahrnehmen.

2. Der Wärmestoff wird auch nicht selten durch Gährungen und andere viele Auflösungen entbunden (§. 100.). Wenn wir halbgedörrtes Heu, oder andere noch nasse vegatibilische Körper in einen Haufen zusammenbringen, so gerathen sie in Gährung, und entwickeln bey ihrer Auflösung so eine Menge Wärmestoffe, daß diese ganzen Haufen oft in helle Flammen ausbrechen. — Von der Entwicklung des Wärmestoffes bey verschiedenen andern Auflösungen habe ich schon im vorigen §. beym II. Gesetze Beyspiele angeführt. 2. Gährung.

3. Ueberhaupts ist die Sonne das vornehmste Entbindungsmittel des Wärmestoffes, nicht als wenn ihre Strahlen selbst warm wären, und ihre Wärme bloß den Körpern mittheilten, auf die sie fallen, denn sonst müsten alle Arten von Körpern sich gleich stark erwärmen, wenn sie gleich stark erleuchtet werden; allein Körper von verschiedener Art erlangen bey einer gleich starken Erleuchtung 3. Sonnenlicht.

sehr

sehr verschiedene Grade der Wärme; vorzüglich kömmt es dabey sehr viel auf die Farbe der Körper an; je dunkler diese ist, um desto leichter, und stärker erwärmen sich die Körper beym Sonnenlicht. Hängt man Weingeistthermometer, derer Kugeln mit verschiedenen Farben überzogen sind, an die Sonne, so wird das schwarzgefärbte am höchsten, und das mit weisser Farbe überzogene am niedersten stehen. Schwarzes Papier entzündet sich durch ein Brennglas viel leichter, als weisses, deßwegen beschützen uns auch weisse Hüte, und weisse Kleider viel besser vor der Sonnenhitze, als schwarze. Von der Sonnenwärme weitläuftiger in der Folge beym Sonnenlicht.

§. 127.

Von der thierischen Wärme.

Die sogenannten warmblütigen Thiere bringen so lang sie leben, aus sich selbst fühlbare Wärme hervor, und ihre Körper, wenigstens deren innere Theile erhalten sich dadurch immer auf einem gewissen Grade, der die Temperatur des ungebundenen Mittels übersteigt. Warmblütig pflegt man sie zu nennen, weil ihre innere fühlbare Wärme ihren eigentlichen Sitz im Blute hat, und nur durch den Umlauf desselben den übrigen Theilen mitgetheilt wird. Zu den warmblütigen Thieren gehören ausser dem menschlichen Körper alle Saugthiere, und Vögel; in einem weit geringeren, aber oft kaum merklichen Grade die Amphibien, und Fische, die man daher schon kaltblütig nennt;

die

die Insekten, und Gewürme nehmen ganz die Temperatur der Atmosphäre an, wiewohl die Biene hievon eine Ausnahme macht. Im gesunden menschlichen Körper ist die Wärme des Bluts nach den besten Beobachtungen 29,9 Grad am Queckſilberthermometer von 80 Grad, oder 99¼ am Fahrenh. Thermometer. Nach dem Gesetze der Mittheilung der Wärme muß ein Körper, der bey so grossen Abwechslungen des äussern Mittels eine immer gleiche fühlbare Wärme behält, gerade so viel Wärme aus sich selbst erzeugen, als jedesmal zur Ersetzung des Verlustes den er bey der Berührung des kältern Mittels leidet, nothwendig ist. Ist z. B. die beständige Wärme des menschlichen Blutes 99 Grad, so wird die eigene, und selbst erzeugte Wärme 13 Grade betragen müssen, wenn die Temperatur der Atmosphäre 86 Grad beträgt. So wie bey heftigern Graden der Kälte die innere Wärme nach, und nach abnimmt, und endlich Menschen, und Thiere zu erfrieren anfangen, wenn sie zu lang im starken Froste verharren; so können auch Menschen, und Thiere nur gewisse hohe Grade von Hitze ertragen, über welchen Graden der erhitzten Luft sie nicht mehr leben können. Nach Tillet Versuchen kann ein Mensch in einer bis zum Siedpunkt erhitzten Luft mehr nicht als eine Viertelstunde lang ausdauern. Ueber die Entstehung der thierischen Wärme haben die Physiologen eine Menge von Hypothesen ausgedacht, wovon uns aber noch keine ganz befriediget. Eine der herrschensten war Anfangs die, welche

che diese Wärme aus der Reibung der flüßigen Theile unter einander, und an den Gefäßen erklärte; allein durch das Reiben der Flüßigkeiten unter einander entbindet sich nach physischen Gesetzen ganz und gar kein Wärmestoff, wenn sie auch mit der grösten Geschwindigkeit bewegt werden. Die Wärme folgt auch keineswegs dem Verhältniß der Pulsgeschwindigkeit; die praktischen Aerzte haben in Fiebern bey größerer Pulsgeschwindigkeit so gar geringere Grade der Wärme bemerkt. Das Reiben der Flüßigen aber an den Gefäßen kann schwerlich immer zu soviel Wärmestoff aus sich selbst erzeugen, als zur steten Unterhaltung der thierischen Temperatur, oder als jedesmal zur Ersetzung des Verlustes innerer Wärme bey der Berührung des kältern Mittels erfodert wird. — Stahl, Boerhaave, Hales, Arbuthnot, und Black leiteten die thierische Wärme aus der Respiration her, und glaubten, daß alle thierische Wärme durch die Wirkung der Luft beym Athmen, mithin in den Lungen erzeugt, und von da aus durch den Umlauf des Bluts dem ganzen übrigen Körper mitgetheilt werde. Allein Herr Gren, (Journal der Physik 2. Heft S. 196.) zieht aus wichtigen Gründen noch immer die Behauptung vor, daß die Verdauung der Nahrungsmittel, nebst den übrigen Mischungsveränderungen der Säfte beym Kreislaufe, und den Secretionen eben so Wärme entwickle, wie in unzahlbaren Fällen, auch ausser dem Thierischen Körper, durch Auflösungen, Mischungen, Gährungen organischer

Stoffe

Stoffe u. s. w. Wärme entbunden wird. Er glaubt, wer in der Kälte seinen Magen mit einem guten Vorrathe zuverdauender Speisen versehen hat, werde der Kälte weit eher, und länger Trotz biethen können, als wenn er bey leeren Magen noch so viel athmen, und die Quelle der Wärme in der eingesogenen Luft suchen wollte. — — In dem gothaischen Magazinn für das neueste aus der Physik (IV. B. 4. St. S. 82. u. f.) wird die sehr wahrscheinliche Meynung des Herrn Rigby's mit einer Menge Beobachtungen vorgetragen, und bestättiget. Dieser läßt die Wärme der Thiere theils durch die Lungen aus der gemeinen Luft, theils, aber auch hauptsächlich durch die Verdauung im Magen, und übrigen Speisekanale aus den zersetzten Nahrungsmitteln entstehen. Darin hält er es mit Herrn Gren, und vielen andern Physiologen, daß beym Verdauen eben so Wärme entbunden werde, wie beym Gähren, Faulen, Keimen der Saamen, und andern chymischen Veränderungen der thierischen, und vegatibilischen Stoffe. Daß der Magen der Sitz einer beträchtlichen Wärme sey, beweiset schon das Gefühl der Wärme in der Gegend desselben. Alle Meynungen mit ihren Gründen, und Gegengründen hier anzuführen, gehört theils nicht zu meinen Zweck, theils würde es zu weitläuftig seyn; jede hat mehrere, oder wenigere Gründe für sich, jede läßt uns bey genauerer Prüfung noch Zweifel übrig; ich verlasse es der Physiologie alle die Gründe und Gegengründe auseinander zu setzen, gegeneinander zu halten, und die Zweifel zu heben.

Dritter

Dritter Abschnitt.

Von dem Wasser.

§. 128.

Eigenschaften des Wassers überhaupt.

Das Wasser ist im Zustande seiner Reinigkeit eine tropfbar flüßige, durchsichtige Materie, und gewöhnlich desto tauglicher zum Trinken, jemehr es aller Farbe, alles Geruches, und alles Geschmackes beraubt, und je durchsichtiger es ist. Zwar hat auch das süße reine Wasser in einer großen Masse, wenn es etwa in einem Teich steht, eine grünliche Farbe, doch ist diese so wenig, wie die Farbe des reinen Meerwassers, wenn man ein gläsernes Gefäß damit füllt, merklich. (§. 1.) Es ist auch compressibel (I. Th. §. 33.) besitzt etwas Elasticität (I. Th. §. 35.) und macht sowohl in der Zusammensetzung der meisten Körper der drey Reiche der Natur, als auch für sich in grossen Massen, theils im festen, theils im tropfbaren Zustande einen physischen Bestandtheil unserer Erde aus. Das Wasser hat seine Flüßigkeit nur vom Stoffe der Wärme, (§. 103.) und gehört zu den sehr schmelzbaren Substanzen; hat es weniger als 0 Grad Reaumür freye Wärme, so wird dessen Aggregatzustand so verändert, daß es aus dem flüßigen Zustande in den festen übergeht, und zu Eis wird.

§. 129.

§. 129.

Die Entstehung des Eises ist im Grunde eine Art von Krystallisation; die Krystalle, die zu Anfange des Gefrierens einer Masse Wasser entstehen, sind unter gewissen Umständen sehr regulär, und bilden sich gewöhnlich in Nadeln, die unter einem Winkel von 60, oder 30° sich durchkreuzen, wobey Blasen gebildet werden, die in der Eismasse zerstreuet liegen, und wahrscheinlich elastische Dämpfe sind, in welche einige Wassertheile durch den dabey entwickelten Wärmestoff verwandelt werden. Von dieser regulären Bildung der Krystallen, welche nothwendig hin und wieder größere Poren zwischen sich lassen, und von den entwickelten Dampfblasen rührt die Ausdehnung des Wassers beym Gefrieren in einem größeren Raum her, und in dieser Ausdehnung findet sowohl die Gewalt, mit welcher Gefäße, eiserne Bomben, Bäume, und Felsen, worinn das eingeschlossene Wasser gefriert, zerspringen, als auch das Schwimmen des Eises auf dem Wasser, oder die geringere specifische Schwere des Eises als jene des Wassers, ihre volle Erklärung. (§. 104.) — — Warum das Wasser eine etwas stärkere Kälte ertragen kann, ohne zu gefrieren, wenn dessen Oberfläche mit Oel bedeckt, oder wenn es in genau verschlossenen Gefäßen der Kälte ausgesetzt wird, und in beyden Fällen ganz ruhig steht, als beym Zugange der freyen Luft; hingegen aber durch Umrühren, oder Schütteln schnell zu Eis wird, mag wohl kein anderer Grund seyn, als daß die nöthige Entwicklung des verborgenen Wärmestoffes bey dem

Wasser in Eisgestalt.

gehemm=

gehemmten Zutritt der freyen Luft, und in der Ruhe länger zurückgehalten werde, als bey der Berührung derselben; daher sich selber beym Umrühren, oder auch Stossen des Gefäßes schnell losmacht, und augenblicklich das Wasser in irreguläre Eisstücke, und Blätter verwandelt zurück läßt. — Warum feste Salze das Gefrieren des Wassers hindern, worinn sie aufgelöst sind, kömmt daher, weil sie eine grössere Menge von Wärmestoff verschlucken, und ihn stärker zurückhalten, als bloßes Wasser, das ohne Ausscheidung dieser größern Menge unmerkbarer Wärme nicht gefrieren kann. Die Rückkehr des Eises zum tropfbaren Wasser, oder das Aufthauen desselben geschieht durch die Aufnahme des freyen Wärmestoffes, der dadurch, daß er dem festen Wasser Flüßigkeit ertheilt, wieder unmerkbar wird. (§. 124. I. Gesetz.)

§. 130.

Wasser in Dampfgestalt.

So wie das Wasser durch verminderte Wärme in einen festen Körper verwandelt werden kann, so wird es, wie wir bereits (§. 105.) gesehen, durch vermehrte Wärme flüchtig, und beym Sieden in eine dampfförmige Flüßigkeit aufgelöst, deren Elasticität im Verhältnisse des ihr mitgetheilten Wärmegrades zunimmt. Die Verwandlung des Wassers in Dünste geschieht aber nicht bloß beym Sieden, sondern in jeder Temperatur, und zwar um so mehr, je mehr beym gleichen Druck der Atmosphäre die Temperatur wächst. Es muß also auch desto mehr

latenter

latenter Wärmestoff vorhanden seyn, um diese Wasserdünste in ihrer elastischen Form zu erhalten, je grösser der Druck der Atmosphäre, oder je kleiner die Temperatur ist; daher die Verdünstung des Wassers durch Verdünnung der Luft, und durch Erhöhung der Temperatur zunehmen muß. Wenn also Wasserdunst in der Atmosphäre vorhanden ist, und nimmt der Druck derselben bey bleibender Temperatur zu, oder bey bleibenden Druck der Atmosphäre die Temperatur ab, so muß ein Theil des Dampfes zersetzt, d. i. ein Theil seiner Basis als concretes Wasser niedergeschlagen, oder, wenn die Abkühlung bis unter den Gefrierpunkt statt findet, als Schnee, oder Reif zum Vorschein kommen. Das nemliche abgeschiedene Wasser wird in der Atmosphäre vom neuen in Dämpfe verwandelt, und wieder völlig unsichtbar, wenn der Druck der Atmosphär bey bleibender Temperatur vermindert, oder die Temperatur bey bleibenden Druck der Atmosphäre vermehrt wird. Auf diese wechselseitige Zersetzung und Bildung der Wasserdünste in der Luft gründen sich die bekannten Phönomene vom Sichtbarwerden unsers Hauches in kalter Luft, und von der Unsichtbarkeit desselben in warmer; das sogenannte Schwitzen, und Anlaufen kalter Körper in feuchten, und heissen Zimmern; das Schwitzen der Fenster in diesen Zimmern, wenn die äussere Luft kälter ist, als die innere; das Beschlagen der Gebäude beym Thauwetter nach anhaltenden Froste; das Beschlagen der Glocke der Luftpumpe bey Wie-

verhinzulassung der Luft nach voriger Verdünnerung u. s. w. Alle diese Phänomene lassen sich wieder leichter, und ungezwungener ohne diese Auflösung des Wassers in der Luft (§. 106.) erklären, und das um so mehr, weil solche Verdünstungen ohne alle Luft statt finden, und noch besser vor sich gehen, (§. 105.) und weil noch überdas nach Sausure's Beobachtungen die mit Wasserdunst beladene Luft bey gleicher Wärme, und absoluter Elasticität ein geringeres specifisches Gewicht hat, als die trockne, welches nicht seyn könnte, wenn das Wasser so in der Luft, wie das Salz im Wasser aufgelöst wäre.

* Etwas von dem Evaporatorium, von dem Haarhygrometer des Herrn Sausure, und von dem Fischbeinhygrometer des Herrn de Lüc, welches vor jenem beträchtliche Vorzüge hat, und von ihrem Gebrauche in der Meteorologie in den öffentlichen Vorlesungen.

§. 131.

Wasser in Luftgestalt.

Werden die Wasserdämpfe der Glühehitze ausgesetzt, so wird ihr Aggregatzustand so verändert, daß sie eine Flüßigkeit von dauernder Elasticität, oder eine luftförmige Flüßigkeit bilden, die ihre Basis, das Wasser, nicht mehr wie der Dampf, durch Kälte, und Zusammendrücken von sich läßt.

Versuch. Man gieße reines destillirtes Wasser in eine kleine gläserne Retorte, lege sie in ein Sandbad, kütte den Kopf einer langen irdenen Tobacks-

backspfeife an ihre Mündung, bringe das untere End der Pfeifenröhre unter Wasser in einem Gefäße, oder unter den Trichter der mit Wasser gefüllten Wanne des pneumatischen Apparats, umgebe den mittlern Theil der Pfeifenröhre mit glühenden Kohlen, und mache ihn durchaus glühend, dann bringe man das Wasser in der Retorte zum Kochen. So wie nun die Dämpfe des kochenden Wassers durch die glühenden Theile der Röhre streichen, verwandeln sie sich in eine wahre luftförmige Flüßigkeit, die das kalte Wasser aus dem Recipienten, worinn man sie auffängt, austreiben, und also nicht mehr in den Zustand des Tropfbarflüßigen übergehen. Auf ähnliche Art wird das Wasser auch durch das Ablöschen glühender Kohlen in eine luftförmige Flüßigkeit verwandelt, die grösstentheils Brennluft, auch phlogistisierte Luft ist mit etwas weniger respirabler verbunden.

Anmerk. Obgleich das Wasser unter vier Gestalten nemlich in Eis = Wasser = Dampf = und Luftform in der Natur vorkommen kann, und seine physischen Eigenschaften darnach verschieden sind, so hat doch diese Verschiedenheit in chymischer Rücksicht keinen andern Einfluß, als jenen, den der Wärmestoff durch seine Verbindung bey allen Körpern der Natur hervorbringt.

§. 132.

Ob Wasser ein einfaches Wesen?

Das reine destillirte Wasser wurde von den Naturforschern fast bis auf unsere Zeiten für ein ein-

faches Wesen, für ein Element gehalten, bis vor wenigen Jahren die HH. Lavoisier, und Monge in Frankreich, und zu eben der Zeit H. Cavendisch in Engelland mit mehrern andern berühmten Chemisten angefangen, sowohl durch Analyse als Synthese, zu beweisen, daß das Wasser zusammengesetzt ist, und aus zwey Bestandtheilen besteht, wovon einer die Basis des entzündbaren Gas, den sie Hydrogene (Wasserstoff) nannten, der andere aber die Basis von der Lebensluft ausmacht, dem sie den Namen Oxygene (Sauerstoff) beygelegt haben. Ihre Beweisgründe beruhen auf den folgenden Hauptversuchen.

1. Versuch. Man befestige eine lutirte eiserne Röhre horizontal in einem Ofen, und verbinde das eine Ende derselben mit einer gläsernen Retorte, welche eine bestimmte Menge reines Wasser enthält. An das andere Ende der Röhre befestige man eine Vorlage für flüßige und gasartige Körper, bringt demnach die eiserne Röhre zum glühen, und erhitzt das Wasser zu gleicher Zeit bis zum Sieden, wobey die Wasserdämpfe nothwendig durch die glühende Röhre zu gehen gezwungen werden. Auf diese Art erhält man in den Vorlagen etwas Wasser, und eine große Menge Gas. — Nachdem alles in der Retorte enthaltene Wasser unter der Gestalt von Dämpfen durch das eiserne Rohr übergegangen, und der Apparat erkältet ist, findet man

1) Daß

1) Daß der flüchtiggewordene Wärmestoff das Oxigene an der inneren Oberfläche des eisernen Rohres abgesetzt, und jenes sich mit diesem verbunden habe, d. h. daß die innerer Oberfläche oxidirt worden, und folglich das ganze Rohr am Gewichte zugenommen habe.

2) Daß das in der Vorlage erhaltene Wasser viel weniger betrage, als das in der Retorte angewandte.

3) Daß daß Gewicht des erhaltenen brennbaren Gas sammt der Zunahme am Gewichte der Röhre genau das Gewicht des verlornen Wassers betragen habe.

2. Versuch. Legt man frische Eisenfeile auf Queckfilber, womit eine kleine gläserne Glocke gefüllt ist, und thut ein wenig Wasser dazu. Nachdem das Wasser eine zeitlang über den Eisenspänen gestanden, werden diese allmählig in Kalk umgestaltet, und oben in der Glocke wird etwas entzündbare Luft hervorgebracht, solchergestalt wird mittlerzeit alles Wasser zersetzt; theils verwandelt es sich in brennbare Luft, theils verbindet es sich in Gestalt reiner Luft mit den Eisenspänen, welche allmählig mehr und mehr die Beschaffenheit eines schwärzlichen Eisenkalkes, oder Eisenmohrs annehmen.

3. Versuch. Werden brennbare, und reine Luft in verschlossenen Gefäßen, z. B. unter einer Glasglocke, worein der äußern Luft aller Eingang

durch

durch Queckſilber abgeſchnitten, abgebrennt; ſo ſieht man ſogleich, als beyde Lüfte unter der Glocke brennen, daß die innern Wände der Glocke überall mit einem Waſſerdunſte überzogen ſind, der ſtreifweiſe zuſammenfließt, und ſich auf der Oberfläche ſammelt; auf dieſe Art erhält man nach Lavoiſier das reinſte Waſſer, das aber nach Cavendiſch etwas ſäuerlich ſchmeckt. Herr Monge ſtellte dieſen Verſuch mit äußerſter Genauigkeit an, beſtimmte das Gewicht beyder anzuwendender Lüfte, und fand, daß das Gewicht des erhaltenen Waſſers dem Gewichte beyder verbrannten Lüfte, der reinen und entzündbaren zuſammengenommen, faſt gleich war. —

Dieſe Verſuche ſchienen nun Herrn Lavoiſier, und andern berühmten Chemiſten eine ſolche Evidenz zu haben, daß ſie glaubten, ohne Furcht ſchlieſſen zu können, das Waſſer habe ſeine Entſtehung der Vereinigung beyder Luftarten zu danken, und der zuſammengeſetzte Zuſtand deſſelben aus dem Sauerſtoffe oder der Baſis der Lebensluft, und aus dem Waſſerſtoffe, oder der Baſis der entzündbaren Luft ſey durch die erſten zwey Verſuche analytiſch, und durch den dritten ſynthetiſch ganz außer Zweifel geſetzt. Allein dieſe Meynung, ſo auffallende Verſuche ſie auch für ſich hat, hat ſich doch noch durch viele mächtige Gegner vorzüglich deutſche Chymiſten durchzuſchlagen, die ſich noch nicht ganz davon überzeugen, daß das Waſſer, welches durch die Verbrennung beyder Luftarten erhalten wird, aus der Verbindung dieſer Luftarten entſtehe, ſondern ſcheint

ihnen

ihnen noch immer wahrscheinlicher, daß das Wasser während des Abbrennens als ein in beyden schon enthaltener Antheil nur entwickelt, und sichtbar werde; weil es ganz ausser Zweifel, daß beyde Luftarten vorzüglich die entzündbare Luft, die nach H. v. Saussüre Versuchen um 4 Grad mehr Feuchtigkeit besitzt, als die atmosphärische, eine gewisse Quantität Wasser enthalten, die desto grösser ist, je länger die Luft über Wasser gestanden hat, die aber auch wieder abnimmt, wenn die Luftarten durch trockene Laugensalze geleitet werden, wobey diese sichtbar feucht gemacht werden; deßwegen auch das beym Abbrennen derselben erhaltene Wasser beträchtlich weniger wird, wenn die Luftarten vorhin wohl getrocknet worden sind. Mehrere dergleichen Gegengründen vieler würdiger Chemisten Deutschlands, vorzüglich auch jene des grossen Grens, wovon ich ich schon §. 52. einige Meldung gemacht, haben die Meynung der Antiphlogistiker, ohngeachtet ihrer vorzüglichen Einfachheit, und Wahrscheinlichkeit noch nicht zur vollen Gewisheit gelassen. Hierin mögen die fortgesetzte chemische Versuche mehr, als bloßes physikalisches Räsonnement entscheiden.

* Anmerk. Die Meynung des englischen Naturforschers Boyle u. a. daß das Wasser durch oft wiederholte Destillation in Erde verwandelt werden könne, hat sich bey genauerer Untersuchung von Lavoisier, Schelle, Dalberg nicht bestättiget; Lavoisier destillirte in einem besondern Gefäße, welches man einen Pelikan nennt, das sich von den

gewöhn-

lichen dadurch unterscheidet, daß die Dünste immerhin wieder auf den Boden des Gefäßes, nachdem sie zu Wasser verdickt sind, durch zwey Seitenröhren laufen. Die Destillation, oder Auflösung des Wassers in Dämpfe, und darauffolgende Verdichtung der Dämpfe in Wasser gieng also bey unterhaltender Wärme ununterbrochen fort. Er fand etwas Erde auf den Boden des Pelikans; da er aber das Wasser, und den Pelikan wog, welches er auch vor der Operation gethan hatte; so fand er, daß das Wasser von seinem Gewichte nichts, der Pelikan hingegen so viel Gewicht verlohren hatte, als die Erde wog, die er im selben fand. Es ist also der bey dem Destilliren des Wassers erhaltene Rückstand keineswegs der Verwandlung des Wassers in Erde, sondern der Auflösbarkeit der gläsernen Gefäße zuzuschreiben.

Vierter Abschnitt.

Von der Lichtmaterie.

§. 133.

Licht; nöthige Begriffe davon.

Das, was in unsern gesunden Augen die Empfindung des Sehens hervorbringt, wodurch wir in den Stand gesetzt werden, von der Lage, Figur, Größe, und Bewegung der sichtbaren Körper urtheilen zu können, oder was überhaupts die Körper sichtbar macht, belegen wir mit dem Namen Licht. Gewisse Körper sind an sich sichtbar, daher sie leuchtende Körper genennt werden; andere werden es erst durch Hilfe der leuchtenden, und heißen alsdann erleuchtet, oder für sich dunkel; zu jenen gehören die Sonne, Fixsterne, und alle brnnende Körper, zu diesen aber alle jene Körper, die für sich nicht sichtbar sind, sondern es erst durch fremdes Licht werden. Es ist ganz natürlich, daß bey der Erleuchtung und bey dem Sehen irgend Etwas, ein materielles Ding von dem leuchtenden Körper bis zum erleuchteten, und von dem gesehenen bis zum Auge fortgehen muß. Dieses Etwas, dieses materielle Ding heißt demnach Lichtmaterie, Lichtstoff oder auch Licht. Die dunkeln Körper muß man mit den undurchsichtigen nicht vermischen; einige für sich dunkle Kör-

per

per gestatten dem Lichte den Durchgang, oder leiten das Licht, andere aber nicht; jene heißen Durchsichtige, wie Luft, Glas, Wasser, andere Liquoren u. s. w., diese aber undurchsichtige, wie Holz, Metalle, Steine u. v. a. Es giebt in der Fähigkeit das Licht durchzulassen, und zu leiten unzählige Grade; man hat auch Halbleiter des Lichts, oder halbdurchsichtige Körper, wie die Wolken, und Nebel. Die Lehre vom Licht, und vom Sehen überhaupt wird im weitläuftigsten Sinne Optik genannt.

§. 134.

Materielles Daseyn desselben.

Da das Licht, so wie es unmittelbar von den leuchtenden, oder mittelbar von erleuchteten, in unser Aug kömmt, dieses berührt, ihm auch sogar beschwerlich, und schmerzhaft werden kann; da wir es vermehren, vermindern, absondern, einschliessen, messen, figiren, und versetzen können, kurz da es im Raume, und in der Zeit enthalten; so läßt sich kein Bedenken tragen, sein materielles Daseyn anzunehmen, und ihm objective Realität zuzuschreiben, es mag nun dieses eine eigene Materie, die von dem leuchtenden Körper ausströmt, und von dem erleuchteten wieder bis zum Organ des Gesichtes abgeprellt wird, oder eine besondere, und von der Luft unterschiedene Materie seyn, die von den leuchtenden, so wie die Luft von den tönenden Körpern, erschüttert wird.

§. 135.

§. 135.

Geradlinichte Bewegung des Lichts.

Wenn erstens das Licht der Sonne durch eine kleine Oeffnung in ein verfinstertes Zimmer fällt, so findet man die Lufttheilchen, und die in der Luft schwebenden Stäubchen, oder fremdartigen Theilchen, die von der Oeffnung aus in einer geraden Linie liegen, sehr stark erleuchtet, die daneben liegenden aber unbeleuchtet. Wenn sich zweytens zwischen dem leuchtenden, und dem dunkeln Körper in gerader Linie ein undurchsichtiger befindet, so wird der dunkle nicht erleuchtet; oder wenn zwischen unserem Auge, und einem beleuchteten Gegenstande in gerader Linie ein undurchsichtiger Körper vorhanden ist, so empfängt unser Aug vom selben kein Licht, d. h. es sieht den beleuchteten Gegenstand nicht; — daher stecken die Feldmesser ihre Stäbe so hintereinander, daß der eine, indem man das Aug an ihm legt, den andern verdeckt, wenn sie eine gerade Linie abstecken wollen. Diese Erfahrungen beweisen, daß sich das Licht sowohl von den leuchtenden, als erleuchteten Körpern in geraden Linien fortpflanze. Das Aug sieht leuchtende, und erleuchtete Körper von allen Seiten her, wo nichts undurchsichtiges im Wege steht; daher muß sich das Licht von jedem physischen Punkte eines sichtbaren Körpers nach allen Seiten zu in geraden Linien ausbreiten, so wie die Halbmesser einer Kugel vom Mittelpunkte derselben nach allen Seiten zu ausgehen. Deßwegen heißt man diese geraden Linien, nach welchen sich das Licht fortpflanzet,

pflanzet, oder die Lichttheilchen sich hintereinander bewegen, Lichtstrahlen. Wenn man also einen Körper sehen soll, so muß von jedem physischen Punkte des Körpers so ein Lichtstrahl in unser Aug kommen.

§. 136.

Stärke des Lichts.

Von der Menge der auf eine Ebene von bestimmter Größe fallenden Lichtstrahlen hängt die Intensität, Stärke des Lichtes, oder der Erleuchtung ab. Verbreiten sich also die Lichtstrahlen durch einen größeren Raum, so müssen sie nothwendig mit zunehmender Entfernung des zubeleuchtenden Körpers sich selbst immermehr von einander entfernen, auseinander fahren, oder divergiren, und Kegel bilden, derer Spitze in dem strahlenden Punkte des Körpers steht, und derer Grundfläche mit zunehmender Entfernung vom strahlenden Körper an Größe zunimmt; wie nun die Grundfläche des Strahlkegels wächst, so muß die Stärke des Lichts, oder der Beleuchtung abnehmen, und da diese Grundflächen B C D wie die Quadraten der Entfernungen vom leuchtenden Punkte A wachsen, so nimmt die Stärke des Lichts in eben diesem Verhältniß ab. Weil also bey einer doppelten Entfernung die Grundfläche C viermal, und bey einer dreyfachen Entfernung die Grundfläche D neunmal so groß, als sie bey der einfachen Entfernung ist, so hat die nemliche Menge Lichtstrahlen bey einer doppelten Entfernung eine viermal so große, und bey einer dreyfachen

Taf. IV. Fig. 7.

fachen eine neunmal so große Fläche zu beleuchten, als jene im A ist, folglich muß die Stärke des Lichtes unter übrigens gleichen Umständen in C viermal, und in D neunmal schwächer seyn, als in A. Die Erfahrung bestättiget das angegebene Verhältniß.

Versuch. Geht man Abend, oder in einem verfinsterten Zimmer von einem Lichte soweit, daß man eine gewisse Schrift gerade noch lesen kann, so wird man, um sie noch lesen zu können, wenn man doppelt soweit davongegangen ist, vier Lichter, und wenn man sich dreymal so weit entfernt hat, neun Lichter anzünden müssen.

Anmerk. Es wird aber hiebey vorausgesetzt, daß erstens die Lichtstrahlen, die durch ihre Divergenz einen Kegel bilden, auf eine Fläche fallen, die senkrecht auf dessen Axe steht; denn fallen sie auf eine Fläche, welche die Axe des Lichtkegels in einem schiefen Winkel durchschneidet, so bedecken sie eine größere Fläche, müssen also eine schwächere Beleuchtung hervorbringen, als im vorigen Falle. Zweytens, daß die Luft, während das Licht durch sie hindurchgeht, dasselbe gar nicht schwächt. Freylich ist diese Voraussetzung nicht allerdings richtig; denn es giebt keinen einzigen durchsichtigen Körper, welcher ein vollkommener Leiter des Lichtes wäre; doch ist diese Abnahme der Stärke des Lichtes beym Durchgange durch die Luft in geringen Weiten für unser Sehorgan noch ganz unmerklich, und so kann

man in diesem Falle auch annehmen, daß sich seine Stärke physisch vollkommen umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernungen verhält. Wenn aber das Licht in der Luft einen etwas langen Weg zurücklegt, so werden wir die Schwächung des Lichtes in selber, wie in allen übrigen durchsichtigen Materien, deutlich wahrnehmen: von der Spitze hoher Berge sieht man des Nachts viel mehrere Sterne, als von unten, und die man sieht, funkeln viel lebhafter. — Läßt man einen Sonnenstrahl durch eine kleine Oeffnung in ein verfinstertes Zimmer fallen, so sieht man einen hellen Strich in den glänzenden Sonnenstäubchen spielen zum Beweise, daß ein Theil des Lichts, welches gerade fortgehen sollte, in der Luft aufgehalten, und zur Seite gebracht werde. Es nimmt daher das Licht in sehr großen Weiten nicht bloß wegen des Auseinanderfahren seiner Strahlen, sondern auch wegen der unvollkommenen Leitungsfähigkeit der Luft ab, folglich in diesem Falle oft in einem viel größern Verhältniß als im oben angegebenen. Diese Schwächung des Lichts nimmt mit der Abnahme der Durchsichtigkeit, oder Leitungsfähigkeit der Körper, durch die es gehen muß, immerhin zu; werden Lichtstrahlen durch Glasplatten geleitet, so wird auch das Licht bey zunehmender Anzahl der Platten immerzu mehr und mehr geschwächt.

§. 137.

§. 137.

Die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Lichtes vom strahlenden Punkte aus ist so groß, daß keine Entfernung auf der Erde groß genug ist zum Maaßstabe der Zeit zu dienen, die es gebraucht um selbe zu durchlaufen. Indessen ist diese Bewegung doch nicht instantan, oder ohne Zeit, wie man ehemals glaubte, sondern für große Räume allerdings meßbar. Olof Römer ein dänischer Astronom ums Jahr 1676 schloß aus seinen astronomischen Beobachtungen zuerst, daß das Licht von der Sonne bis zur Erde sich in etwa 8 Minuten fortpflanze. Diese Wahrheit wurde in der Folge durch sehr viele neue Beobachtungen bestärkt, und ausser Zweifel gesetzt. Das Licht geht also in einer einzigen Sekunde durch mehr als 40000 geographische Meilen, welches die Geschwindigkeit einer Kanonkugel mehr als $1\frac{1}{2}$ Millionenmal, und die des Schalles (§. 92.) beynahe 976000mal übertrift, und es würde bey dieser unbegreiflichen Schnelligkeit auf alle Körper mit der äußersten Gewalt wirken, wenn es nicht zugleich eine unbegreiflich feine, und vielleicht, nach Herrn von Segner, Canton, und Prof. Grens Meynungen, eine discrete Flüßigkeit wäre, deren strahlende Theilchen nur wegen ihrer ausserordentlichen geschwinden Bewegung, und wegen der Dauer der Empfindung in unserm Organe nach empfangener Impression uns als ein ununterbrochener, und zusammenhangender Strom vorkommen, objectiv aber in keiner Verbindung stehen, sondern

Geschwindigkeit des Lichtes.

durch

durch grosse Zwischenräume von einander abgesondert sind.

§. 138.

Feinheit des Lichtes.

Die Lichtstrahlen müssen äusserst fein seyn, sie mögen nun in materiellen Ausflüssen aus den leuchtenden Körpern, wie Newton behauptet, oder in fortgepflanzten Schwingungen eines Zwischenmittels, wie Euler glaubt, bestehen. Durch die kleinste Oeffnung, durch einen Nadelstich im Kartenblatte kann man Millionen sichtbarer Punkte erblicken, von welchen alle Strahlen durch das feine Loch gehen, ohne sich einander in ihrer geradlinichten Richtung zu stören, oder sich beym Durchkreuzen zu vermischen; und das um so weniger, wenn die Lichtstrahlen, die uns zwar ununterbrochene, oder concrete Ströme zu seyn scheinen, aus einer discreten Lichtmaterie (§. vorg.) bestehen, deren Theile keineswegs so zusammenhangend sind, wie sie uns vorkommen. Dieser scheinbare Zusammenhang der Lichttheilchen findet auch bey ihrer besondern Geschwindigkeit, und bey der Dauer ihres Eindruckes auf unser Sehorgan noch ganz wohl statt, wenn schon die Lichttheilchen discret, oder in einiger Entfernung nach-

Versuch.

einander auffallen. Denn schwingt man eine glühende Kohlen schnell im Kreise herum, so scheint sie ebenfalls einen ununterbrochenen glühenden Kreis zu bilden, obgleich die Kohle an den verschiedenen Stellen desselben nacheinander, und nicht zugleich ist. Nimmt man an, daß der Eindruck des Lichtes

auf

auf der Netzhaut des Auges nur $\frac{1}{10}$ Sekunde daure, so wird das Licht binnen dieser Zeit einen Weg von beynahe 5 Halbmessern der Erde durchlaufen. Es können also in einem Lichtstrahl die Theilchen um 5 Halbmesser der Erde von einander abstehen, und sie scheinen uns doch ihrer ausserordentlichen Geschwindigkeit wegen (§. 137.) zusammenhangend. Man sieht also leicht ein, daß bey dieser Hypothese zahllose Durchkreuzungen der Lichtstrahlen ohne Störung ihrer geradlinichten Fortpflanzung bestehen können. Dem ohngeachtet kann man ohne geringsten Irrthume jeden Lichtstrahl als eine mathematische Linie ohne alle Dicke, und Breite ansehen, und die Lehren der Geometrie auf das Licht anwenden. So sind die optischen Wissenschaften entstanden, welche einen Theil der mathematischen Wissenschaften ausmachen.

§. 139.

Schatten.

Undurchsichtige Körper, die von einem leuchtenden Punkte Licht empfangen, bilden hinter sich einen Schatten, dessen Dunkelheit von der Menge des aufgehaltenen Lichtes, und von der kleinern, oder größern Klarheit der benachbarten erleuchteten Gegenstände herrührt. Man kann daher den Schatten auch mit Grunde Abwesenheit des Lichtes, oder Verminderung des Lichtes durch einen im Wege stehenden dunkeln Körper nennen; daher ist vollkommner Schatten wegen Mangel alles Lichtes nur durch seine Gränzen erkennbar. — Der Schatten,

Taf. IV. Fig. 8. den ein lothrechter Körper A B, oder E F auf eine wagrechte Fläche C D wirft, heißt der gerade Schatten. Wenn man den leuchtenden Körper S als einen Punkt betrachten darf, so ist S A C der erste Lichtstrahl, der auf den Boden kommen kann, ohne von A B aufgehalten zu werden, also ist die Länge des geraden Schattens = C B; und die Länge des Schattens von E F ist gleich C F. Hingegen heißt

Taf. IV. Fig. 9. der Schatten eines wagrechten Körpers A B auf einer lothrechten Fläche C D der umgekehrte Schatten. Ist S ein leuchtender Punkt, so wird die Länge des umgekehrten Schattens B E gleich seyn. Wenn S der Mittelpunkt der Sonnenscheibe ist, so wird der Winkel des Lichtstrahls mit der Horizontalfläche S C D bey dem geraden Schatten, und der Winkel B A E bey dem umgekehrten Schatten die Sonnenhöhe. Wenn die Sonnenhöhe 45° beträgt, so sind die geraden Schatten sowohl, als die umgekehrten eben so lang, als die Körper selbst, weil der Winkel C 45°, und A 45° messen, mithin beyde Dreyecke gleichschenklicht, folglich beym geraden Schatten A B = B C, und beym umgekehrten Schatten A B = B E ist. Sind diese Winkel größer, so ist die Länge des Schattens geringer, als die Höhe des Gegenstandes; hingegen ist die Länge des Schattens größer, wenn diese kleiner sind. Wenn also die Sonne am Horizont steht, werden die geraden Schatten unendlich lang, oder es wird die ganze Erdfläche mit Schatten bedeckt; dagegen sind sie zu Mittag, wenn die Sonne die gröste Höhe hat,

am

am kürzesten. — Daher verkürzen sich die Schatten vom Aufgange der Sonne an bis um Mittag, hernach aber werden sie bis zum Untergange der Sonne allmählig immer wieder länger. Die Alten maßen die mittäglichen Höhen der Sonne durch den Schatten gewisser auf horizontalen Ebenen errichteter Obelisken, oder Gnomons; denn da ihnen die lothrechte Höhe des Gnomons bekannt war, und sie um Mittag die Länge ihrer horizontalen Schatten maßen, so konnten sie daraus sehr leicht den Winkel bey C, folglich die Mittagshöhe der Sonne berechnen. Dergleichen Messungen aber werden durch die Halbschatten, mit welchen alle Schatten umgeben sind, sehr unsicher gemacht.

Versuch. Läßt man auf einem undurchsichtigen Körper, der auf einer wagrechten Ebene lothrecht steht, die Strahlen eines Kerzenlichtes auffallen, welches in 45° Erhöhung steht; so wird der abgemessene Schatten der senkrechten Höhe des Gegenstandes gleich, und bey einem kleinern Grade der Erhöhung des Lichtes länger, bey größerer Erhöhung aber kleiner als der Gegenstand selbst seyn.

§. 140.

Zurückstrahlen des Licht.

Körper, welche die Lichtstrahlen nicht fortleiten, oder nicht hindurchlassen, werfen selbe ganz, oder zum Theil von ihrer Oberfläche nach eben den Gesetzen zurück, wie elastische Körper bey ihrem Aufstossen auf andere harte zurückgeworfen werden. (I. Th. §. 64. I. II. Gesetze) Deßwegen nennt man die

Oberflächen, welche die Strahlen zurückwerfen, reflectirende Flächen, und die zurückgeworfenen Lichtstrahlen reflectirtes, oder zurückstrahlendes Licht. Die reflectirenden Flächen können ebene, oder gekrümmte, diese wieder hohle (concave) oder erhabene (convexe) Flächen seyn. Der Theil der optischen Wissenschaften, in welchem man die Gesetze der Reflexion des Lichtes untersucht, heißt die Katoptrick.

§. 141.

Reflectirtes Licht von den ebenen Flächen.

Taf. V. Fig. 1.

Läßt man einen Sonnenstrahl D C in einem finstern Zimmer auf eine plane reflectirende Fläche A B unter verschiedenen Winkeln auffallen, so findet man, daß 1) der Strahl allezeit in gerader Linie C F unter eben dem Winkel wieder zurückgeht, welchen der auffallende Strahl mit der Fläche macht, daß mithin der Einfallswinkel x dem Reflexionswinkel y gleich sey, oder wenn man den Winkel o für den Einfallswinkel, und u für den Reflexionswinkel annimmt, daß auch o = u sey. 2) Daß der Strahl wieder in sich selbst zurückkehre, und die beyderseitigen Winkel zween rechte machen, wenn selber mit dem Einfallslothe E C senkrecht auf die Fläche auffällt. — 3) Daß der reflectirte Strahl C F mit dem einfallenden D C und dem Einfallslothe E C in einerley Ebene liegt.

Aus diesem allgemeinen Reflexionsgesetze, nach welchem Lichtstrahlen, die auf reflectirende ebene Fläche fallen, unter eben dem Winkel

wieder

wieder zurückprellen, unter welchem sie auffallen, läßt es ganz natürlich:

a) Daß parallellaufende Lichtstrahlen E C, und e c, die von einer ebenen Fläche A B zurückgeworfen werden, den nemlichen Parallelismum auch nach der Reflexion beybehalten; denn da sie parallel sind, so müssen auch ihre Einfallswinkel gleich seyn; sie werden aber auch unter den nemlichen Winkeln wieder reflectirt, mithin müssen sie auch nach der Reflexion nemlich C D, und c d wie vor selber parallel seyn. Taf. V. Fig. 2.

b) Daß divergirende Lichtstrahlen, die von einer ebenen Fläche reflectirt werden, nach der Reflexion ihre Divergenz beybehalten. Denn wenn C der strahlende Punkt, von dem die divergirenden Strahlen C D, und C F auf die Fläche A B auffallen, so wird der Strahl C D von D nach E, und der Strahl C F von F nach G zurückkehren. Wenn man nun diese reflectirten Strahlen rückwärts, hinter der Fläche verlängert, so laufen sie in c zusammen, und der Winkel o ist gleich dem Winkel u. Sie fahren also nach der Reflexion nicht früher, und nicht später auseinander, als sie es gethan haben würden, wenn sie von c ausgegangen wären, und der Winkel ihrer Divergenz ist eben derselbe. Taf. V. Fig. 3.

c) Daß convergirende Lichtstrahlen, die von einer planen Fläche reflectirt werden, nach der Reflexion eben so convergent bleiben; denn es fahren die

Strah-

Taf. V. Fig. 4. Strahlen E D, und G F so convergent auf die reflectirende Fläche A B, daß, wenn diese nicht entgegenstünde, sie in c zusammenlaufen müßten. Nach dem allgemeinen Reflexionsgesetze aber gehen beyde Strahlen nach f zurück, und bilden nach der Reflexion den Convergenzwinkel f, welchen der Convergenzwinkel C vor der Reflexion vollkommen gleich ist. Sie fahren also nach der Reflexion nicht früher, und nicht später zusammen, als ohne Reflexion; mithin bleibt ihre Convergenz die nemliche.

* Das allgemeine Gesetz sowohl, als die darhergeleiteten Folgesätze werden in einem verfinsterten Zimmer in den Vorlesungen mit Versuchen auf einem gemeinen Spiegel bestättiget.

§. 142.

Reflectirtes Licht von den krummen Flächen überhaupts.

Da wir uns jede krumme Fläche als aus unendlich kleinen ebenen Flächen unter einem Winkel zusammengesetzt vorstellen können, und ein Lichtstrahl nur auf einen Punkt auffällt, so gilt das allgemeine Reflexionsgesetz, das bey den ebenen Flächen statt findet (§. 141.) auch bey krummen Flächen, und läßt sich aus selben der Weg der reflectirten Strahlen ganz leicht auf eben die Art bestimmen.

§. 143.

Reflectirtes Licht a) von den sphärisch concaven Flächen.

1) Lichtstrahlen, die auf sphärisch gekrümmte, concave reflectirende Flächen fallen, und durch den Mittelpunkt der Kugel gehen, wovon die Fläche

ein

ein Segment ist, werden in sich selbst zurückgeworfen, weil sie lothrecht darauf stossen.

2) Lichtstrahlen, welche parallel miteinander auf eine sphärisch concave reflectirende Fläche auffallen, werden convergivend zurückgeworfen; diejenigen reflectirenden Strahlen, welche der Achse sehr nahe, oder innerhalb einer Sehne von etwa 25 Graden fallen, treffen in der Entfernung des halben Radius der Kugel, wovon die Kugel ein Segment ist, zusammen, und vereinigen sich an einem Punkte, den man **Brennpunkt** (focus) nennt. Die Entfernung dieses Punktes aber von der hohlen Fläche heißt **Brennweite.** Die mehr entferntern kommen der reflectirenden Fläche immer näher, und vereinigen sich endlich hinter ihr, indem sie die hinter der Fläche verlängerte Achse durchschneiden. Es seyen z. B. e D, e G, p H parallel auf die hohle Kugelfläche A B auffallende Strahlen, so wird der Strahl e D in sich selbst zurückkehren, weil er durch das Centrum C, mithin senkrecht auf die Fläche geht. Die Strahlen e G, und p H werden sich in f mit dem Strahl e D nach dem allgemeinen Reflexionsgesetze vereinigen, und also in der Entfernung von einem halben Radius der Kugelfläche den Brennpunkt f bilden. Ist hingegen der strahlende Punkt in f, so laufen sie nach der Reflexion parallel von der hohlen Fläche weg, wie sie im ersten Falle aufgefallen sind. Taf. V. Fig. 5.

3) Licht-

3) Lichtstrahlen, die aus dem Brennpunkte selbst divergirend nach der sphärischen concaven Fläche zugehen, werden parallel zurückgeworfen, und mit geringer Schwächung auf eine ansehnliche Weite fortgepflanzt, wodurch sehr entfernte Gegenstände erleuchtet werden können. — Lichtstrahlen, die innerhalb der Brennweite paralleler Strahlen divergirend auf so eine Fläche auffallen, werden weniger divergirend zurückgeworfen. Wenn sie aus dem Mittelpunkte der Kugelfläche kommen, so werden sie alle nach Nro. 1. in sich selbst reflectirt, weil sie alle auf die Fläche senkrecht fallen, und ihr Brennpunkt ist das Centrum der Kugel dieser Fläche selbst. So lange aber der strahlende Punkt ausserhalb dem Centrum der Kugefläche steht, so werden die divergirenden Strahlen nach der Reflexion convergirend, und der Brennpunkt bleibt noch innerhalb dem Centrum.

4) Lichtstrahlen, welche convergirend auf sphärisch concave Flächen fallen, werden noch mehr convergirend zurückgeprellt.

b) Von elliptisch concaven Flächen.

5) Lichtstrahlen, die aus einem Brennpunkte einer elliptisch concaven reflectirenden Fläche divergirend kommen, werden alle durch die Reflexion nach den andern Brennpunkt der Ellipse hingeworfen.

c) Von parabolisch concaven Flächen.

6) Lichtstrahlen, welche parallel auf eine reflectirende parabolisch concave Fläche fallen, werden

den alle durch die Reflexion genau in den Brennpunkt der paraboliſchen Krümmung vereinigt; und die aus dieſem Brennpunkte auf die paraboliſche Fläche divergirend auffallende Strahlen, werden als parallele Strahlen reflectirt.

d) Von hyperboliſch concaven Flächen.

7) Lichtſtrahlen, die nach dem hindern Brennpunkte einer hyperboliſch concaven Fläche gerichtet ſind, werden von dieſer ſo zurückgeworfen, daß ſie ſich in dem vordern Brennpunkte vereinigen.

* Alle dieſe Sätze, die wir in den öffentlichen Vorleſungen mit verſchiedenen concaven reflectirenden Flächen durch Verſuche beſtättigen, laſſen ſich leicht aus dem allgemeinem Reflexionsgeſetze herleiten, und daraus der Weg der reflectirten Strahlen durch Zeichnung finden.

§. 144.

Reflectirtes Licht von ſphäriſch converen Flächen.

Von den ſphäriſch converen reflectirenden Flächen werden die ſenkrecht auf ſelbe auffallende Lichtſtrahlen, welche verlängert durch den Mittelpunkt der ſphäriſchen Krümmung gehen, eben ſo, wie von den ſphäriſchen concaven Flächen (§. vorg.) in ſich ſelbſt zurückgeworfen, mit dem Unterſchiede, daß ſie ſich bey dieſen vorwärts im Centrum vereinigen, und da den Brennpunkt bilden, bey jenen aber vorwärts zerſtreuet werden, und nur rückwärts der Fläche in Gedanken verlängert im Centrum einen eingebildeten Brennpunkt machen. Wenn ſie aber ſchief auf ſelbe hinfallen, ſo verhält es ſich mit den

reflectir-

reflectirten Strahlen bey den converen Flächen umgekehrt, wie bey den hohlen Flächen. (§. cit.) und zwar

1) Parallelauffallende Lichtstrahlen werden nach der Reflexion divergirend. Die reflectirten, und der Achse naheliegenden Strahlen rückwärts in Gedanken verlängert treffen in einem eingebildeten Brennpunkte zusammen, der auch um die Hälfte des Halbmessers der Kugelfläche hinter derselben liegt. Es sey z. B. A B eine reflectirende sphärische Fläche, deren Centrum in C ist. Auf ihre Converität
Taf. V. Fig. 6. fallen O P, O Q, und O R als parallele Lichtstrahlen auf; der Strahl O Q als senkrecht auffallender Strahl kehrt in sich selbst zurück, der Srahl O P wird nach dem allgemeinen Reflexionsgesetze nach S, und der Strahl O R nach T mithin beyde divergirend zurückgeprellt. Werden die reflectirten Strahlen rückwärts in Gedanken verlängert, so treffen sie in der Hälfte des Halbmessers der Kugelfläche hinter derselben zusammen, und bilden den eingebildeten Brennpunkt f. Gehen sie umgekehrt als convergirende Strahlen auf den Brennpunkt f zu, wie S P, und T R, so werden sie durch die Reflexion parallel; folglich werden

2) Convergirende Lichtstrahlen, welche verlängert in diesem eingebildeten Brennpunkte zusammentreffen, natürlicherweise von der Kugelfläche als parallel reflectirt, und überhaupt

3) Con-

3) Convergirende Lichtstrahlen von diesen sphärisch convexen Flächen immer weniger convergirend zurückgeprellt; hingegen

4) Divergirende Lichtstrahlen von solchen Flächen noch mehr divergirend zurückgeworfen.

* Alle diese Gesetze werden wieder aus dem allgemeinen Reflexionsgesetze hergeleitet, daraus der Weg der reflectirten Strahlen durch Zeichnung gefunden, und in den öffentlichen Vorlesungen mit Versuchen bestättiget.

§. 145.

Spiegelflächen.

Jede undurchsichtige, glatte Fläche, welche das aus einem vorliegenden Gegenstande auffallende Licht wieder so reflectirt, daß man in ihr das Bild dieses Gegenstandes sieht, heißt eine Spiegelfläche, oder auch Spiegel. Sind diese Spiegelflächen eben, oder plan, so nennt man sie Planspiegel; wenn sie aber hohl, oder erhaben sind, so heißen sie gekrümmte, und zwar die ersten concave, die wieder nach der Verschiedenheit ihrer Figur sphärische, elliptische, parabolische, oder hyperbosche seyn können, die zweyten convexe Spiegel, zu denen auch die cylindrischen, und conischen Spiegel gehören. Alle diese Spiegelflächen unterscheiden sich von rauhen Oberflächen sehr merklich in Rücksicht auf die Zurückstrahlung. Die Spiegel nemlich zeigen Bilder der Gegenstände, die Licht auf sie werfen; rauhe Flächen hingegen zeigen

durch

durch das Licht, das sie zurückwerfen, nur sich selbst; weil jene, ihrer glatten Fläche wegen, die Lichtstrahlen in eben der Ordnung ins Aug des Zuschauers zurückwerfen, in welcher Ordnung sie auf die Spiegel aufgefallen sind; dieß läßt sich aber bey rauhen Flächen nicht denken. Da es keine völlig glatten Flächen giebt, so behalten alle Spiegel, selbst die besten, noch etwas von der Eigenschaft rauher Flächen, und zeigen hiemit nicht blos Bilder, sondern werden auch selbst sichtbar. Zu Spiegeln dienen nur die Oberflächen sehr dichter, und fester Körper, als des Glases, der Metalle, der festen, und harten Steine u. s. w. Diese Oberflächen werden mit scharfen Pulvern, z. B. feinem Sande, Schmergel, Trippel, Zinnasche ꝛc. geschliffen, und polirt, und bey durchsichtigen Materien werden die Hinterflächen mit einer dazu schicklichen undurchsichtigen Masse z. B. bey den Glasspiegeln mit einer vom Queckſilber durchfressenen Zinnfolie belegt, oder foliirt. Die Spiegel, welche aus unedlen harten Metallen verfertiget werden, verdienten unstreitig den Vorzug, wenn sie nicht so sehr dem Anlaufen an der Luft durch Dünste ausgesetzt wären. Silber und Gold nehmen wegen ihrer Weiche nicht genug Politur an. Die aus reinem Platinum verfertigten Spiegeln würden vor allen die besten seyn, theils weil das Platinum seiner Härte, und Dichtigkeit wegen die feinste Politur annimmt, theils weil es dem Anlaufen an der Luft nicht so unterworfen ist.

§. 146.

§. 146.

So wie jeder Punkt eines sichtbaren Objects einen Lichtstrahl in unser Aug werfen muß, um es deutlich sehen zu können, eben so muß auch jeder Punkt eines Spiegels die von jedem Punkte des Objects aufgenommene Lichtstrahlen auf eine regelmäßige Art in der nemlichen Ordnung in unser Aug zurückwerfen, um uns ein deutliches Bild eines sichtbaren Objects vorzustellen. Diese regelmäßige Ordnung der von den Planspiegel zurückgeprällten Lichtstrahlen beruht hauptsächlich auf den oben angeführten Gesetzen, nach welchen das Licht von jeder reflectirenden planen Fläche zurückgeworfen wird (§. 141.). Von diesen Gesetzen kann das Hauptgesetz von Sehen des Bildes der sichtbaren Gegenstände in den Planspiegeln ganz leicht hergeleitet werden, als nemlich:

Das Bild eines Objects in den Planspiegeln.

Der Ort des Bildes hinter dem Planspiegel ist da, wo zween rückwärts verlängerte reflectirte Strahlen, welche aus einem strahlenden Punkte sich unendlich nahe, divergirend auf den Planspiegel aufgefallen sind, sich einander durchschneiden; oder wo die perpendikullarlinie vom strahlenden Punkte auf den Spiegel gezogen, und dahinter verlängert, vom rückwärts verlängerten reflectirten Strahle durchschnitten wird; denn da kömmt die Spitze des verlängerten Lichtkegels zustehen, welcher seine Grundfläche auf der Pupille unsers Auges hat. Es

sey

Taf. VI. Fig. 1. sey z. B. C der strahlende Punkt vor dem Planspiegel A B. Dieser Punkt sendet Lichtstrahlen nach allen Richtungen um sich her; es fallt also auch unter andern ein Strahl C b in b, und ein Strahl C f, im f auf den Planspiegel auf, die wir als die äussern des Strahlenkegels b C f ansehen wollen. Nach dem allgemeinen Reflexionsgesetze (§. 141.) werden beyde Strahlen unter eben dem Winkel reflectirt, unter denen sie auffielen, und der Strahl C b wird nach g, der Strahl C f nach h, beide in der nemlichen Divergenz, wie sie auf den Planspiegel aufgefallen (§. cit.) zurückgeworfen. — g h sey nun die Pupille des Auges, welche die Grundfläche des abgestumpften Strahlenkegels b f g h empfängt. Verlängern wir die reflectirten Strahlen b g und f h rückwärts hinter dem Spiegel, so schneiden sie sich, und auch die rückwärts verlängerte Perpendikullarlinie C A F vom strahlenden Punkte aus auf den Spiegel in F, und hier ist der Ort des Bildes; denn das Aug empfängt den Strahlenkegel, der von der Spiegelfläche zurückgeworfen wird, auf die nemliche Art, als wenn seine Spitze in F wäre; und er afficirt das Organ von F aus so, als wenn der strahlende Punkt C in F wäre; folglich kömmt es uns auch so vor, als wenn der strahlende Punkt C in F wäre. Einen Versuch zur Bestättigung dieses Gesetzes:

Versuch. Taf. VI. Fig. 2. Man errichte auf einem Spiegel m n zwey im Mittelpunkte bewegliche Liniale e c, a c und stecke

in

in e ein Object. Das Linial ac erhalte zwey Dioptern. Erhebt man nun beyde Liniale auf gleiche Höhen, daß die Winkel a e b, und e c f einander gleich werden, welches der halbe Zirkel bestimmt, so sieht man durch die Dioptern b in d den Gegenstand, wo nemlich die Perpendikullarlinie e f vom strahlenden Objecte e auf den Spiegel gezogen und dahinder verlängert vom rückwärts verlängerten reflectirten Strahle durchschnitten wird. Sind aber die Winkel ungleich, so fällt dieser Durchschneidungspunkt keineswegs ins Gesicht, und wir sehen deßwegen das Object nicht. Hieraus wird es nun ganz leicht faßlich:

§. 147.

1) Warum uns das Bild in einem vertikalstehenden Planspiegel ebensoweit dahinter erscheint, als das Object davorsteht, und bey der Annäherung oder Entfernung des Gegenstandes vor dem Planspiegel, sich auch das Bild hinter dem Spiegel näher, oder entfernter präsentirt; weil sich nemlich, nach den Reflexionsgesetzen der Lichtstrahlen von den planen Flächen (§. 141.), die verlängerten reflectirten Strahlen hinter dem Planspiegel nicht früher, und nicht später schneiden, als b C, und f C rückwärts genommen, oder weil die Convergenz der verlängerten reflectirten Strahlen in F die nemliche ist, als die Divergenz der einfallenden Strahlen in C ist, folglich muß F soweit hinter dem Spiegel, als C vor selben liegen. Taf. VI. Fig. I.

2) Wa=

2) Warum sich in den Planspiegeln das Bild in der völligen Größe, und Aehnlichkeit mit dem Gegenstande darstellt. Die Planspiegel ändern durch die Reflexion die Divergenz der auffallenden Lichtstrahlen gar nicht, (§. cit.) sondern senden die von den strahlenden Punkten des Objects auf sie auffallende Strahlen eben so, und unter dem nemlichen Winkel in unser Aug zurück, als wenn die Strahlen unmittelbar vom Gegenstande selbst in unser Aug gekommen wären.

3) Warum die rechte Seite der Objecte im Bilde links, und die linke rechts erscheint. Weil nemlich das Bild, z. B. unsere eigene Person, die wir vor dem Spiegel betrachten, uns gerade entgegensteht, daher die rechte Hand in Bezug auf uns, als das Object, im Bilde zur linken, und die linke zur rechten werden muß.

4) Warum alle Personen das Bild des Objects, wenn dieses an seinem Orte bleibt, hinter dem Planspiegel an einem, und dem nemlichen Orte sehen. Alle die einzelnen Lichtstrahlen, die vom ruhig stehenden Objecte auf den Spiegel, und von da zu den einzelnen Augen reflectirt werden, müssen nach ihrer Verlängerung hinter dem Spiegel die Perpendikularlinie, die vom Objecte aus auf den Spiegel gezogen, und hinter demselben verlängert wird, immer am nemlichen Punkte durchschneiden, mithin muß auch das Bild eines ruhig stehenden Objects allen Personen immer am nemlichen Orte erscheinen.

5) Wa=

5) Warum ein Planspiegel wenigst halb so hoch seyn muß, als die Person, die sich in selbem ganz abgebildet sehen will. Z. B. vor dem vertikalstehenden Spiegel E F steht das sichtbare Object G H ebenfalls vertikal, welches von der obersten Spitze G aus nach C hin einen Strahl wirft, der unterm gleichen Reflexionswinkel nach O in unser Aug zurückkömmt, und hinter dem Spiegel verlängert bey A die verlängerte Perpendikulärlinie G E A durchschneidet, daher die Spitze G in A abgebildet erscheint. Eben so wirft auch das unterste End des Objects nemlich H einen Lichtstrahl auf D hin, welcher nach der Reflexion unter dem nemlichen Winkel zum Auge O zurückkömmt, und verlängert in B die verlängerte Perpendikulärlinie H F B durchschneidet, daher das unterste Ende des Objects H in B erscheint. Was von diesen beyden äussersten Punkten gilt, das gilt auch von allen dazwischenliegenden, und das Auge O sieht das ganze Object G H im Bilde A B von der nemlichen Größe. Dazu ist aber nicht der ganze Spiegel E F, sondern nur die Spiegelfläche C D nothwendig, welche das Halbe von der Höhe des Objectes ist; denn es ist O C = C A, und O D = D B, mithin C D = $\frac{1}{2}$ A B, oder $\frac{1}{2}$ G H, wenn A B, und C D parallel sind. Wäre also der Spiegel kleiner, als C D, so könnte man das ganze Object nicht mehr sehen. Was von der Höhe des Objectes gilt, gilt auch von der Breite, und überhaupt bey jeder Entfernung.

Taf. VI. Fig. 3.

6) Warum in einem geraden horizontalliegenden Planspiegel die höchsten Theile der darüber, darunter, od er danebenstehenden Objecte am niedrigsten, und die niedrigsten am höchsten zu seyn scheinen, und also die Objecte zwar in der nemlichen Größe, doch in einer verkehrten Lage abgebildet werden; weil nemlich die vor dem Spiegel am nächsten liegenden Theile des Objects auch hinter dem Spiegel wieder am nächsten erscheinen müssen, so wie die entferntern vor dem Planspiegel nach dem Verhältniß ihrer Entfernung auch hinter dem Spiegel entfernter abgebildet werden (§. 147.). Auch durch Zeichnung läßt sich dieses ganz leicht darthun. Daher sieht man auch in der ruhigen Oberfläche eines reinen stehenden Wassers am Gestade stehende Bäume, Häuser, und andere nahe Objecte in ihrer natürlichen Größe, aber umgekehrt; und in einem an der Decke eines Zimmers angebrachten Planspiegel scheinen die Menschen mit den Köpfen nach unten, und mit den Füßen nach oben gekehrt zu seyn.

Taf. VI. Fig. 4. 7) Warum in einem Planspiegel, der eine Neigung von 45 Graden gegen den Horizont hat, alles stehende liegend, und alles liegende stehend, aber doch in der nemlichen Größe, erscheint. Ist A B ein Planspiegel, der unter einem halben rechten Winkel A B C gegen den Horizont C B geneigt ist, und E F das horizontalliegende Object, so geht von dem Punkte E ein Lichtstrahl nach dem Spiegel in h, und wird nach i reflectirt, den man nach d verlängere;

gere; zieht man nun von E aus auf den Spiegel die Perpendikullarlinie verlängert bis nach d, so wird am Durchschnittspunkte d der Punkt E des Objects abgebildet. Eben so geht vom Punkte F ein Lichtstrahl nach g, und wird nach o reflectirt, den man nach K verlängere; zieht man sodann von F auf dem Spiegel nach K zu einen Perpendikul, so wird am Durchschnittspunkte K der Punkt F des Objects abgebildet erscheinen, und das horizontalliegende Object senkrecht stehend, und in der nemlichen Größe präsentirt. Umgekehrt, wenn d K das Object ist, so ist E F das Bild davon, mithin bildet sich das vertikalstehende Object als horizontalliegend ab.

8) Warum in zween Planspiegeln, die unter einem gewissen Winkel miteinander in Verbindung stehen, die dazwischen stehenden Objecte vervielfältigt erscheinen, und zwar destomehr, je kleiner der Winkel ist, den beyde Spiegel einschliessen. Der wahre Grund der Vervielfältigung der Bilder liegt in der vervielfältigten Reflexion des Lichtes zwischen beyden **Winkelspiegeln**, und darinn, daß wir da ein Bild des Punktes sehen, wohin die Spitze des verlängerten Lichtkegels kömmt, der die Pupille unsers Auges zur Grundfläche hat. Um dieß zu erläutern, wollen wir uns zween Spiegel A C, und B C vorstellen, die unter dem Winkel von 72 Gr. A C B aneinander gefügt sind. Der strahlende Punkt sey in F, und das Aug in O. Es gehen nun die Lichtstrahlen F i und F h auf den Spiegel C B, die un- Taf. VI. Fig. 5.

ter gleichen Reflexionswinkeln in unser Aug zurückgeworfen, und dann verlängert bey u die Spitze des Lichtkegels, mithin auch das Bild des Objects formiren. Eben so gehen auch von F aus die Lichtstrahlen F a, und F b auf den Spiegel A C hin, welche unter gleichen Reflexionswinkeln in unser Aug zurückkommen, und hinter dem Spiegel verlängert die Spitze des Lichtkegels bey w, folglich auch da uns das Bild des Objects darstellen. Der strahlende Punkt wirft auch von F aus auf den Spiegel A C die Strahlen F c, und F d, die unterm gleichen Reflexionswinkel nach e, und g und von da aus in unser Aug reflectirt werden, welche verlängert in x sich durchschneiden, die Lichtkegelspitze, und folglich wieder das Object abbilden. Endlich gehen auch von F die Strahlen F n, und F o auf den Spiegel B C, die dann auf den Spiegel A C in l und m hinübergeworfen, und von da in unser Aug zurückkommen, verlängert bilden sie die Spitze des Lichtkegels, und mithin das Object noch einmal in y ab. Auf diese Art sieht unser Aug o das Object zwischen diesen Spiegeln, die unterm Winkel von 72 Graden vereiniget sind 4 mal, oder so oftmal in einem Kreise herum, als der Winkel A C B = 72 in 360 Grad enthalten ist, weniger 1, oder die Vervielfältigung des Bildes in diesen Winkelspiegeln ist gleich $\frac{360}{72}$ = 5 — 1 = 4. Alle andere Strahlenkegel, die von dem unbewegten F nach beyden Spiegeln gehen, treffen nach der Reflexion das Aug nicht, so lange es in o bleibt. So ist es nun auch in andern Fällen,

len, wo die Spiegel unter andern Winkeln vereiniget sind, daß nemlich die Vervielfältigung des Bildes vom dazwischenstehenden Gegenstande dem Quotienten aus 360 dividirt durch die Anzahl der Grade des Winkels, den die zween Spiegel einschließen, weniger 1 gleich sey. Daher erscheint das Bild bey einem Winkel der Spiegel

Von	120	Graden	2	mal
—	90	—	3	—
—	72	—	4	—
—	60	—	5	—
—	$51\frac{3}{7}$	—	6	—
—	45	—	7	—
—	40	—	8	—
—	36	—	9	—

u. s. w.

Wie dieß auch durch Versuche mit zween Winkelspiegeln in den öffentl. Vorlesungen anschaulich gemacht wird. Aus diesem folgt nun

9) Warum das Object, das gerade zwischen zween parallel gegenüberstehenden Planspiegeln gestellt wird, in jedem Spiegel in unzählig vielen Bildern erscheint, die immer weiter hintereinander stehen, und zuletzt ganz schwach, und unmerklich werden. Denn die Lichtstrahlen werden immer von einem Spiegel dem andern zugeschickt, und unzähligmal zurückgeworfen. Jede Zurückwerfung aber macht verlängert einen neuen Durchschnittspunkt, mithin ein neues Bild. Die ersten Bilder nemlich entstehen

durch

durch die Reflexion der Strahlen, die vom Objecte selbst auf beyde Spiegel aufgefallen sind, und nach der Reflexion die zwey Bilder hinter den beyden Spiegeln in der nemlichen Entfernung mit jener des Objects vor dem Spiegel darstellen. Weil aber der Spiegel A die schon einmal zurückgeworfene Strahlen dem Spiegel B zuschickt, werden sie von diesem wieder zurückgeworfen, und zwar eben so, als wenn an der Stelle des ersten Bildes im Spiegel A ein gleicher, und sichtbarer ähnlicher Gegenstand vorhanden wäre; wir sehen also hinter dem Spiegel B ein zweytes Bild, welches eben soweit als das erste Bild im Spiegel A vom Spiegel B entfernt ist, mithin weiter, als das erste Bild im Spiegel B, dessen Entfernung dem Abstande des Gegenstandes vom Spiegel gleich ist. Eben so bringt das erste Bild im Spiegel B hinter dem ersten Spiegel ein zweytes Bild hervor; und so entsteht aus dem zweyten wieder das dritte, aus diesem das vierte u. s. w. folglich zeigt jeder Spiegel eine lange Reihe immer mehr entfernter Bilder, die aber immer schwächer werden, weil bey jeder Zurückwerfung Licht zerstreuet wird, und verloren geht.

Versuche mit zween Parallelspiegeln zur Bestättigung.

Anmerk. Die Bilder des einen Spiegels sind freylich keine Objecte für den zweyten Spiegel in der That, wie wir uns der mehreren Leichtigkeit wegen die Sache vorgestellet haben; der wahre Grund

der

der Vielfachheit der Bilder liegt wieder, wie oben (8) in der vervielfältigten Reflexion des Lichtes zwischen beyden Parallelspiegeln, wie auch darin, daß wir da ein Bild des strahlenden Punktes hinsetzen, wohin die Spitze des verlängerten Lichtkegels kommen muß, dessen Grundfläche die Pupille unsers Auges ist.

10) Warum man mittelst der von Planspiegeln reflectirten Lichtstrahlen beleuchtete Gegenstände sehen kann, wenn auch die gerade Linie zwischen diesen, und dem Auge von undurchsichtigen Körpern unterbrochen wird.

Versuch mit dem Zauberperspectiv, an dem man durch ein dickes Brett beleuchtete Gegenstände sieht.

§. 148.

Das Bild eines Objects in den hohlen Kugelspiegeln.

Aus der Reflexion der Lichtstrahlen von den sphärischen concaven, oder hohlen Kugelflächen (§. 143.) und aus dem Satze, der auch auf sphärisch concave Spiegel anzuwenden ist; daß nemlich das Bild eines strahlenden Punktes in einem Spiegel daliegt, wo zween unendlich nahe divergirend einfallende Strahlen nach ihrer Reflexion sich durchschneiden (§. 146.); läßt sich nun auch bestimmen, wo, und was die sphärischen concaven Spiegel, wenn vor selben Objecte, die mit dem Spiegel einerley concentrische Oberfläche haben, (ausser diesem würde das Bild der strahlenden Punkte wegen ih-

rem

rem ungleichen Abstande von der Fläche verzerrt dargestellt) für Bilder darstellen, und daraus folgende Fragen beantworten:

1) Warum ein Object, das sich in dem Brennpunkte eines hohlen Kugelspiegels befindet, gar kein Bild mache. Ist A B ein sphärischer Hohlspiegel, Taf. VII. Fig. 1. sein Centrum C, sein Brennpunkt paralleler Strahlen F, und steht in diesem Brennpunkte ein strahlender Punkt, so werden seine Strahlen alle nach der Reflexion parallel zu unserm Auge Q kommen (§. 143.) und so auch hinter dem Spiegel verlängert g h statt eines Strahlenkegels einen Strahlencylinder bilden, mithin sich nie durchschneiden, folglich auch kein Bild präsentiren.

Versuch. Wird ein Gegenstand in den Brennpunkt eines sphärischen Hohlspiegels gebracht, so sehen wir davon kein Bild.

Taf. VII. Fig. 2. 2) Warum das Bild eines mit der Spiegelfläche concentrischen Objects hinter dem sphärischen Hohlspiegel aufrecht, und größer, als das Object erscheint, wenn sich dieses zwischen der Spiegelfläche, und dem Brennpunkte befindet. Ist D E der Gegenstand zwischen der Spiegelfläche A B, und dem Brennpunkte F, dessen Mittelpunkt C ist. Der vom Punkte D aus auf die Spiegelfläche A B geworfene Strahlenkegel D g h geht nach der Reflexion weniger divergierend unserm Auge Q zu, bildet hinter dem Spiegel die Lichtkegelspitze d, und darin den

Punkt

Punkt D ab. Eben so wird auch der Strahlenkegel E l k vom Punkte E aus nach der Reflexion nach Q zurückkehren, und hinter dem Spiegel verlängert die Kegelspitze e, und in dieser den Punkt E abbilden; folglich wird das Bild des Objects wegen der Abnahme der Divergenz der reflectirten Strahlen größer, und indem die Punkte d e weiter auseinander liegen, als D E, aufrecht, und hinter dem Spiegel formirt.

Versuch. Wird ein Gegenstand zwischen dem Brennpunkte, und der Fläche eines Hohlspiegels gestellt, so sehen wir sein Bild hinter der Fläche aufrecht, und vergrößert.

3) Warum das Bild um desto weiter hinter dem Spiegel, und desto größer erscheint, je näher dieser von der Spiegelfläche aus dem Brennpunkte gebracht wird. Weil nemlich mit der allmähligen Annäherung des Gegenstandes D E zum Brennpunkte F (in der vorigen Figur) die Divergenz der reflectirten Strahlen immer mehr abnimmt, folglich diese reflectirten, und hinter dem Spiegel verlängerten Strahlen desto später zusammenlaufen, und so desto weiter hinter dem Spiegel die Spitze des Strahlenkegels, und darin das Object selbst formiren, wobey auch nothwendig die zween Durchschnittspunkte d e weiter voneinander kömmen, mithin das Bild immer weiter hinter dem Spiegel, und größer erscheinen muß, bis es endlich, wenn der strahlende Punkt im Brennpunkte selbst ist, und die verlänger-

ten reflectirten Strahlen parallel fortlaufen, unendlich groß, und erst in einer unendlichen Entfernung, wo sich die parallellinien zusammentreffen, erzeugt werden kann, d. h. unserm Gesichte ganz verschwindet.

Versuche zur Bestättigung.

4) Warum das Bild umgekehrt vergrößert in der Luft, und zwar in größerer Entfernung vor dem Spiegel erscheint, als der Gegenstand selbst gestellt ist, wenn der Gegenstand D E zwischen dem Brennpunkte F, und dem Centrum C der sphärischen Fläche steht. Weil nemlich die Lichtstrahlen der Punkte D und E nach der Reflexion wieder convergiren, und in d und e sich durchschneiden, und die Punkte D E verkehrt, in grösserer Entfernung, als jene des Gegenstandes ist, vor dem Spiegel abgebildet erscheinen.

Taf. VII. Fig. 3.

5) Warum endlich das umgekehrt stehende Luftbild in der nemlichen Größe, und Entfernung mit jener des Gegenstandes erscheint, wenn der Gegenstand im Mittelpunkte der Kugelfläche steht; hingegen aber kleiner wird, und dem Spiegel näher kömmt, als der ausser dem Mittelpunkte der Spiegelfläche stehende Gegenstand. — Die beyden letzten Erscheinungen lassen sich leicht in Versuchen anschaulich darstellen, und durch die Zeichnung nach den allgemeinen Reflexionsgesetzen erweisen.

§. 149.

Die Reflexionsgesetze der Lichtstrahlen von convexen, oder erhabenen Kugelflächen (§. 144.) und der auch hier anwendbare mithin ganz allgemeine Satz, daß man das Bild eines Objects in einem Spiegel da sieht, wo zween unendlich nahe divergirend einfallende Strahlen sich durchkreuzen (§. 146.) bestimmen wieder den Ort, die Lage, die Größe, und Entfernung des Bildes vom Objecte, wenn dieses mit dem erhabenen Kugelspiegel einerley concentrische Oberfläche hat. Hierin liegt der Grund von folgenden Erscheinungen.

Das Bild eines Objects in den erhabenen Kugelspiegeln.

1) Daß das Bild des Objects sehr nahe hinter dem Kugelspiegel, aufrecht, und kleiner als dasselbe, erscheint, wie es in der Zeichnung vorgestellt wird; denn da der eingebildete Vereinigungspunkt der divergirend auffallenden, und nach der Reflexion verlängerten Lichtstrahlen allemal hinter dem Spiegel fällt, (§. 144.) so muß auch das Bild des Gegenstandes E D, der gleiche Krümmung mit dem Spiegel hat, hinter demselben sehr nahe in e d aufrecht, aber kleiner erscheinen, weil die Divergenz der Strahlen nach der Reflexion vermehrt wird, mithin diese rückwärts früher zusammenlaufen, folglich die Punkte e, und d näher beyeinander liegen, als E und D. Je weiter E D vom Spiegel abruckt, desto weiter rucken die Vereinigungspunkte e, und d gegen C hin, und desto stärker wird die Verkleinerung. — Hat die gegen den Spiegel gekehrte

Taf. VII. Fig. 4.

Ober-

Oberfläche des Objects nicht gleiche Krümmung mit der des Spiegels, so muß das Bild des Objects nothwendig verzerrt erscheinen.

2) Daß das Bild eines Gegenstandes von so einem Spiegel um desto mehr verkleinert wird, je kleiner der Halbmesser der sphärischen Spiegelfläche ist; weil nemlich die verlängerten reflectirten Strahlen bey gleichem Abstande des Objects vom Spiegel desto früher zusammentreffen, je kleiner der Halbmesser der Spiegelfläche ist, mithin müssen auch in der vorigen Figur die Vereinigungspunkte e d desto näher beyeinander liegen, und das Bild muß desto kleiner, und auch desto näher hinter dem Spiegel zum Vorschein kommen. Hiezu Versuche mit erhabenen sphärischen Spiegeln von verschiedenen Durchmesser.

3) Daß das Bild nie weiter hinter der convexen sphärischen Fläche, als um die Hälfte des Halbmessers des Spiegels, erscheint.

* Man kann sich von diesen Erscheinungen in erhabenen Kugelspiegeln leicht überzeugen, wenn man kugelrunde Knöpfe, mit polirter Vergoldung betrachtet, oder in dünne hohle Glaskugeln ein sehr flüßiges Amalgama aus Queckfilber, Zinn, und etwas Wißmuth gießt, und die Kugel herumschwenkt, damit sich das mit Metall verbundene Queckfilber an die innern Wände des Glases anhängt, und es zu einem Spiegel macht, worin man sein eigenes

Bild

Bild z. B. sein Angesicht wie in einem Miniaturgemählde sieht, das aber doch besonders gegen den Rand des Spiegels in seiner Gestalt und Lage etwas unregelmäßig und verzerrt ist, weil das Original keine mit dem Spiegel concentrische Fläche dem Spiegel entgegenhält.

§. 150.

1) Die erhabenen cylindrischen oder walzenförmigen Spiegeln lassen sich der Länge nach als Planspiegel, der Quere, oder Breite nach als sphärische betrachten, weil man nach jener Richtung auf ihnen lauter gerade Linien mit der Achse parallel, nach dieser lauter Kreise mit der Grundfläche parallel ziehen kann. Daher zeigen sich in ihnen die Gegenstände der Länge nach in ihrer wahren Gestalt, und Größe, der Quere nach aber verkleinert. Um also in diesen Spiegeln ein ordentliches, und deutliches Bild sehen zu können, muß das Object a) der Länge oder Höhe nach in seiner ordentlichen Gestalt vor dem Spiegel seyn, b) eine mit dem Cylinder concentrische Oberfläche dem Spiegel entgegenstellen; sonst wird das Bild, wie in jedem sphärischen Convexspiegel, unregelmäßig, und verzerrt erscheinen; c) der Breite nach mehr ausgedehnt, und ganz unnatürlich aussehen, wenn man selbes in ihnen in seinen natürlichen Verhältnissen erkennen will. Um dieß zu bewirken hat man dazu eigene Gemählde verfertiget, die man katoptrisch cylindrische Anamorphosen nannte, und nach der

Das Bild eines Objectes in cylindrischen konischen Spiegel.

Länge in ihren natürlichen Verhältnissen, dagegen der Breite nach sehr ausgedehnt, folglich verzerrt, und unkenntlich gemahlt sind, doch aber in diesen Spiegeln ordentlich erscheinen.

2) Die konische, oder kegelförmige Spiegel stellen der Länge nach, eben so wie die cylindrische, ebene Spiegel, und der Breite nach erhabene Kugelspiegel dar, mit dem Unterschiede, daß bey den cylindrischen die Cirkelflächen auf und auf gleich bleiben, bey den konischen aber nach der Spitze zu immer kleiner werden. Da nun aber bey den Kugelspiegeln überhaupt mit der Abnahme ihres Durchmessers auch das Bild eines Objects an Größe abnehmen muß (§. 149.) so erscheinen die Gegenstände in den konischen Spiegeln so, daß die gegen der Spitze zu gesehenen Theile der Quere immer mehr verkleinert, und zusammengezogen werden, in dem sie der Länge nach ihre natürliche Größe behalten. — Es müssen also auch die konischen Anamorphosen mit dem konischen Spiegel concentrisch und der Länge nach in ihren natürlichen Verhältnissen, der Quere nach aber sehr auseinander gezogen, und zwar immermehr bis zu dem Theile hin, dessen Abbildung auf die Spitze des Kegels trifft, folglich ganz verzerrt, und unregelmäßig, gemahlt seyn, wenn sie sich in denselben in den natürlichen Verhältnissen abbilden wollen. — Erläuterung durch Versuche: Verzerrte, unkenntbare Gemählde, oder Anamorphosen werden, unter walzen- und ke-

gelför-

gelförmige Spiegel gelegt, regulär, und kenntbar erscheinen.

§. 151.

Gebrochenes Licht.

In durchsichtigen Materien, die durchgehends von gleicher Dichtigkeit sind, gehen die Lichtstrahlen vermöge der Erfahrung (§. 135.) so wie im luftleeren Raume, immer in geraden Linien fort, und man nennt daher einen jeden durchsichtigen überall gleich dichten Raum ein Mittel. — — Wenn ein Lichtstrahl aus einem Mittel in ein anders von verschiedener Dichtigkeit, z. B. aus Luft ins Wasser, Glas u. d. gl., oder gegenseitig, in einer schiefen Richtung einfällt, so behält selber beym Auffallen auf die Fläche, die beyde Mittel voneinander scheidet, nicht mehr die vorige Richtung, sondern weicht von derselben etwas ab, d. h. die beyden geraden Theile des Lichtstrahls in den zwey Mitteln liegen nicht in einerley Richtung, sondern sind gleichsam zwey zwischen beyden Mitteln abgebrochene Stücke einer Linie, die miteinander einen gewissen Winkel machen, und deßwegen gebrochener Lichtstrahl, das Abweichen desselben von der vorigen Richtung beym Uebergange aus einem Mittel in ein anderes ungleichartiges die Brechung des Lichtes genennt wird. Auf dieser allgemeinen Eigenschaft des Lichtes beruhen alle Phänomene des Sehens durch durchsichtige Mittel, z. B. durch Gläser, durch Liquoren, durch die Luft der Atmosphäre u. s. w., und die Wissenschaft, welche diese

Er-

Erscheinungen aus den Gesetzen der Strahlenbrechung erklärt, heißt die Dioptrik. Um die Größe der Brechung mit den Gesetzen, nach welchen sie sich richtet, gehörig bestimmen zu können, will ich noch folgende Versuche mit den nöthigen Benennungen einiger Linien, die uns die Richtung der Strahlen anzeigen, voraussetzen.

§. 152.

Taf. VII. Fig. 5.

Erfahrungen zur Bestimmung der Gesetze der Lichtbrechung.

1. Versuch. Geht ein Lichtstrahl S C aus der Luft in den gläsernen Würfel C F über, so verläßt er seine vorige Richtung S C L, und nimmt innerhalb des Glases den Weg C K; lief er bey K aus dem Glase wieder in die Luft über, so würde er aufs neue die Richtung C K verlassen, und in der Luft nicht nach T, sondern nach S fortgehen. Stellt man sich an dem Einfallspunkte C, wo der einfallende Strahl S C die brechende Fläche E B D C trifft, eine auf die Fläche lothrecht stehende Linie R C H vor. Diese Linie heißt das Einfallsloth, oder Neigungsloth, der Winkel, den der einfallende Strahl mit ihr macht S C R = L C H der Einfalls, oder Neigungswinkel; den Winkel, welchen der gebrochene Strahl C K mit dem Einfallsloth macht, K C H nenne ich nach Newton, Muschenbröck, u. a. m. den Brechungswinkel, Wolf, Kästner, Erxleben nennen diesen den gebrochenen Winkel, und geben dagegen den Namen des Brechungswinkels dem Winkel L C R, welchen nemlich der gebrochene Strahl C K mit der

Verlän-

Verlängerung des einfallenden Strahles C L macht. Es kömmt aber auf Benennungen nicht an, wenn voraus gehörig erklärt wird, was man darunter verstehe. Die Ebene durch das Einfallsloth, und den einfallenden Strahl, oder die verlängerte Ebene des Einfallswinkels S C R heißt die Brechungsebne. R S = L H ist der Einfallssinus, und R H der Brechungssinus. Es mag nun der Einfallswinkel R C S groß, oder klein seyn, so wird das Verhältniß des Einfallssinus zum Brechungssinus zwischen Luft, und dem gewöhnlichen Glase immer nahe wie 3 : 2 seyn.

2. Versuch. Beschreibe man auf einem gehobelten Brette A B einen etwas großen Kreis aus einem beliebigen Mittelpunkte C, und ziehe durch diesen Punkt die beyden Linien D E, H K senkrecht aufeinander, und ausserdem nach Gefallen den Halbmesser C F. Schneide man demnach die Linie H K mit der Linie F M in I senkrecht, mache I M = $\frac{3}{4}$ I F, ziehe M G mit H K parallel, und an dem Punkte G des Kreises den Halbmesser G C. Nun stecke man in G C F Nadeln ein, und tauche das Brett bis an D E in stehendes Wasser, so werden uns die drey Nadeln in einer geraden Linie zu seyn scheinen, und sich decken. Also wird das Licht, welches im Wasser von G auf C geht, bey dem Uebergange C in die Luft nach F gebrochen, mithin vom Einfallslothe etwas gelenkt, welches dadurch bestätiget wird, daß die dritte Nadel, wenn man sie aus Taf. VII. Fig. 6.

G herauszieht, und irgendwo zwischen G und C einsteckt, unserm an F liegenden Auge immer von der Nadel in C verdeckt wird. Die gerade Linie F I, nennt man den Sinus des Einfallswinkels H C F, wenn man den Halbmesser C H, oder C F als den Sinus totus ansieht. Daher ist unter eben dieser Voraussetzung G L, oder M I der Sinus des Brechungswinkels G C L. Nun mag wieder der Einfallswinkel H C F groß, oder klein seyn, so wird sich allemal der Einfallssinus zum Brechungssinus zwischen Luft, und Wasser fast wie 4 : 3 verhalten; und eben dieß Verhältniß können wir auch bey der Brechung des Sonnenstrahles beobachten, der in einem finstern Zimmer aufs Wasser fällt.

3) Versuch. Wenn ein Stock, der aus zwey unter einem stumpfen Winkel aneinander gefügten Stücken besteht, und überhaupt die Gestalt des einfallenden, und gebrochenen Strahls G C F (in der vorigen Figur) hat, bis C ins Wasser gesteckt wird, so muß uns derselbe aus F gerade erscheinen, folglich muß das Wasser durch seine Brechung des Lichts den Theil G C in N C erheben. Stecken wir also einen geraden Stock F C N schief ins Wasser, so erscheint er uns aus F wegen der Brechung des Lichtes bey C gebrochen, als hätte er die Gestalt F C O. Ist der Punkt N auf dem Boden des Gefäßes, so muß uns dieser in O, mithin höher, als er wirklich ist, erscheinen; daher halten wir Fische, die wir schief unter dem Wasser sehen, allezeit für näher an

der

der Oberfläche, als sie wirklich sind, und eine Münze, die man auf den Boden eines Gefäßes legt, scheint sich zu erheben, sobald man Wasser in das Gefäß gießt, wenn man von der Seite darauf sieht.

§. 153.

Aus diesen, und vielen andern Erfahrungen haben schon die ältern Naturforscher folgende Gesetze der Brechung des Lichtes hergeleitet.

Gesetze der Brechung des Lichtes.

I. Wenn ein Lichtstrahl aus einem dünnern Mittel in ein dichteres schief übergeht, so wird er gewöhnlich nach dem Einfallslothe zu gebrochen, und der Brechungswinkel ist kleiner als der Einfallswinkel.

II. Wenn ein Lichtstrahl aus einem dichtern Mittel in ein dünneres schief übergeht, so wird er gewöhnlich von dem Einfallslothe abgebrochen, und der Brechungswinkel ist grösser, als der Einfallswinkel.

III. Bey der Lichtbrechung sowohl zum, als vom Einfallslothe bleiben die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels allemal in einerley Verhältniß, es mögen diese Winkel groß, oder klein seyn. Dieses Gesetz, dem das Licht, nach den vorgehenden Erfahrungen, folgt, wenn es aus der Luft ins Wasser, Glas, oder aus diesen in die Luft geht, findet bey allen andern Mitteln statt, nur daß das beständige Verhältniß bald

kleiner ist, als 3:2, oder als 4:3, oder daß ein Mittel das Licht bald stärker, bald schwächer bricht. Hier begnügt es uns, nur das permanente Verhältniß der Einfalls- und Brechungs-Sinussen zwischen Luft, und gemeinem Glase = 3:2, und zwischen Luft und Wasser = 4:3 zu wissen. Aus diesem beständigen Verhältniß folgt nun, daß, wenn (Fig. 6.) FC der aus der Luft einfallende, und CG der im Wasser gebrochene Strahl ist, oder wenn (Fig. 5.) SC der aus der Luft einfallende, und CK der im Glase gebrochene Strahl ist, auch umgekehrt der Strahl GC, der aus dem Wasser auf C fällt, nach CF in der Luft gebrochen werde, so wie der Strahl KC, wenn er aus dem Glase in die Luft kömmt, nach CS gebrochen werden müsse.

IV. Wird der Lichtstrahl oder zum, oder vom Einfallslothe gebrochen, so bleibt selber allemal mit dem Einfallslothe vor und nach der Brechung in der nemlichen Brechungsebene.

V. Jeder Lichtstrahl, der auf die durchsichtigen Körper von verschiedener Dichtigkeit senkrecht auffällt, geht ungebrochen durch. Dieß Gesetz folgt schon aus den vorigen, denn es mag das beständige Verhältniß zwischen dem Sinus der beyden Winkel seyn, welches man will, so muß allemal, da der eine Sinus des Einfallswinkels = O ist, der andere Sinus, nemlich der des Brechungswinkels auch = O seyn, folglich muß der Strahl

in

in beyden Mitteln nach der Richtung des Lothes, mithin ungebrochen fortgehen.

§. 154.

Das Brechungsvermögen der verschiedenen Mittel, oder das Verhältniß der Sinusse des Einfallswinkels hängt zwar gewöhnlich von der Dichtigkeit der Mittel ab. Zwischen Luft und Wasser ist jenes Verhältniß, wie ich schon bemerkt habe, fast wie 4 : 3; zwischen Luft, und gemeinem Glase wie 3 : 2, und zwischen Luft, und Diamant, wie 5 : 2; denn das Glas ist viel dichter, als gemeines Regenwasser, und der Diamant viel dichter als Glas. Allein es haben auch andere Umstände darauf einen Einfluß, die manchmal eine Ausnahme machen; brennbare Materien als Baumöl, Terpentinöl, Leinöl, Kampfer, und andere brennliche Körper brechen das Licht eben so stark, und zum Theil noch etwas stärker als Glas, ungeachtet sie weniger dicht sind. Das Licht wird also, wenn es aus dergleichen Körpern ins Glas geht, nur sehr wenig, und zum Theil gar noch etwas vom Lothe abgebrochen, obwohl das Glas dichter ist als sie. Auch die brennbare Luft bricht das Licht nach Verhältniß ihrer Dichte viel stärker, als andere Luftarten.

Brechungsvermögen verschiedener Mittel.

§. 155.

So viele Erklärungen auch über die wirkende Ursache des Phänomens der Brechung des Lichtes,

Erklärung des verschiedenen

und

Brechungsvermögens verschiedener Mittel.

und über die verschiedene Brechbarkeit der Mittel gegeben worden sind, ist doch keine befriedigender, als die, welche uns Newton selbst davon gegeben hat; sie reduciret sich auf die stärkere Anziehung, die gewöhnlich durchsichtige Materien von dichterer Art, vorzüglich aber brennliche Materien gegen den Lichtstoff, oder, nach einiger Meynung, gegen den Säurestoff des Lichts äussern; je stärker das Anziehen eines Mittels vor den andern gegen den Lichtstoff ist, desto stärker muß auch nach Newtons Beobachtungen das Licht gebrochen werden; denn fällt z. B. der Strahl C B aus der Luft auf die Oberfläche des Glases A B, so wird er um B herum stärker vom Glase herunter nach B E, als von der Luft herauf nach B D gezogen; er bekommt also ausser seiner vorigen noch eine gewisse neue Bewegung nach B E, indem er ins Glas tritt, wendet sich daher von seiner alten Richtung C B G ab, und geht nach F, mithin näher zum Lothe B E. Geht er nun wieder bey F aus dem Glase in Luft, so wird er gegentheils vom Glase nach oben oder F H stärker, als von der Luft nach unten oder F I gezogen; er geht also nicht in der vorigen Richtung nach K fort, sondern er erhebt sich in F L gegen das stärker anziehende Glas, mithin vom Lothe H F I mehr weg, wobey ganz leicht zu begreifen, daß die Strahlen C B und F L parallel sind, wenn sonst nur die Brechungsflächen A B und G F auch einerley Lage haben.

Taf. VIII. Fig. 1.

Wenn man daher ein Stück Glas mit parallelen Seiten auf ein beschriebenes Papier legt, so sieht

man

man alle Buchstaben dadurch in der nemlichen Ordnung, und Gestalt, als sie sich dem freyen Auge ohne Glas darstellen, weil alle Lichtstrahlen nach denselben Richtungen ins Glas treten, nach welchen sie aus dem Glase ins Auge kommen. Eine Ausnahme hierin macht das isländische Krystall, oder der durchsichtige Kalkspat, der die Buchstaben, und andere Gegenstände, die man durch ihn betrachtet, doppelt, oder noch mehrfach zeiget, ungeachtet seine Seiten parallel sind; auch im Bergkrystalle, und einigen andern Steinen beobachtet man doppelte Brechung, die unfehlbar nur daher kömmt, daß gewisse Theile dieser Steine das Licht stärker anziehen, als andere, und daher ein solcher Stein sich gegen das Licht nicht als ein durchaus gleichartiges Mittel verhält. Daher versichert auch Herr Rochon, daß er einen künstlichen Körper von vielfacher Brechung erhalten habe, indem er Scheibchen vom Glas von verschiedener Brechbarkeit aufeinander legte, und sie zusammenschmelzte.

§. 156.

Brechung der Lichtstrahlen durch ebene durchsichtige Flächen.

Aus den bereits vorgetragenen Gesetzen der Brechung des Lichtes bey ihrem Uebergange in verschiedenartige Mittel, folgt nun ganz natürlich,

1) Daß beyderseits ebene Gläser die Lage der durchgehenden Strahlen nicht ändern, sondern, wenn sie parallel hineingegangen sind, wieder so herausgehen.

2) Daß

2) Daß bey dem Uebergange aus einen dünnern Mittel in ein dichteres von ebener Fläche divergirende Lichtstrahlen in ihrer Divergenz, und convergirende Lichtstrahlen in ihrer Convergenz vermindert werden.

3) Daß beym Uebergange aus einem dichtern in ein dünneres Mittel von ebener Fläche divergirend einfallende Strahlen nach der Brechung mehr divergiren, so wie convergirende nach selber noch mehr convergiren.

In den öffentlichen Vorlesungen werden diese Folgesätze sowohl durch Versuche, als durch Zeichnungen anschaulich gemacht, und daraus hinlänglich erklärt:

§. 157.

Das Bild der Objecte durch plane Flächen.

a) Warum die Objecte durch ebene Gläser betrachtet unserm Auge in ihrer natürlichen Größe erscheinen.

b) Warum ein Gegenstand unter, oder hinter einem ebenen Glase dem Auge fast um $\frac{1}{3}$ näher nach der Oberfläche eines ebenen Glases zu erscheint, als es wirklich liegt.

c) Warum eine Münze in einem Gefäße, die bey einer gewissen schiefen Stellung des Auges nicht sichtbar ist, gesehen werden kann, wenn das Gefäß mit Wasser gefüllt wird.

d) Wa-

d) Warum ein gerader, aber schief halb ins Wasser gesetzter Stock gebrochen zu seyn scheint.

e) Warum ein Fisch im Wasser nicht an seinem wahren Orte, sondern ohngefähr um $\frac{1}{4}$ näher nach der Oberfläche zu gesehen wird.

f) Warum die Gestirne höher nach dem Zenith zu beobachtet werden, als sie wirklich stehen; die Lichtstrahlen, welche von den Gestirnen in unser Aug kommen, gehen aus dem luftleeren Himmelsraume in unsern Luftkreis, der bis zur Oberfläche der Erde immerzu an Dichtigkeit zunimmt, also in ein dichteres Mittel über, welches bis zum Auge des Beobachters hin allmählig dichter geworden; sie müssen daher bey ihrem schiefen Uebergange in den Luftkreis, und in eine jede dichtere Luftschichte allmählig zum Einfallsloth gebrochen werden, und nach ganz anderen Richtungen, als sonst geschehen wäre, in unser Aug kommen. Wenn A B D die Oberfläche der Erdkugel, E K O die Oberfläche der Atmosphäre vorstellt, so wird der Lichtstrahl M K, welcher schief in den Luftkreis E K O eindringt, nach dem Einfallslothe C K R zu gelenkt, und würde wenn er nur da allein eine Brechung litte, schon nach der Richtung K A ins Auge kommen, und der Beobachter würde das Gestirn nach der verlängerten geraden Richtung A K in N mithin höher, und näher dem Zenith zu sehen, obschon der wahre Ort desselben nach M zu mithin niederer liegt. Dazu kömmt noch, daß der Lichtstrahl in jeder folgenden Taf. VIII. Fig. 2.

dichtern

dichtern Luftschichte aufs neue zum Lothe gebrochen werde, und so beschreibt der Lichtstrahl in der That eine in etwas krumme Linie in der Atmosphäre, deren hohle Seite nach der Erde zugekehrt ist, und wir sehen den Gegenstand noch viel höher, als vorhin.

g) Warum man Sterne schon vor ihrem wirklichen Aufgange, und noch nach ihrem wirklichen Untergange wahrnehmen kann; so sieht das Aug A in der vorigen Figur den Stern F vor seinem Aufgange schon, wegen der einfachen Brechung des Strahls F O beym Uebergange in unsere Atmosphäre, zum Einfallslothe P C, nach der verlängerten geraden Richtung in T, als wenn das wirklich sein wahrer Ort wäre. Diese Wahrnehmung geschieht um so viel früher, als der Lichtstrahl, der vielmaligen Brechung wegen, gekrümmt wird.

h) Warum die Bilder der Objecte, die durch ein Polyeder, oder Rautenglas betrachtet werden, vervielfältigt erscheinen. Dieses Glas ist auf einer Seite eben, auf der andern aber vieleckicht, oder mit mehreren gegeneinander geneigten Facetten, geschliffen, die gewöhnlich rautenförmig gebildet sind. Da nun eine jede dieser verschiedentlich geneigten
Taf. VIII. Fig. 3. Vorderflächen B C, C D, D E Lichtstrahlen von den Gegenstande A aufnimmt, und diese nach einer doppelten Brechung durch die Vorder- und Hinterfläche wieder mit der Achse A g o des Polyeders vereiniget werden, so sieht ein in dieser Achse befindliches Auge o den Gegenstand A durch jede dieser Flächen beson-

besonders, und erblickt daher, wenn es in der gehörigen Entfernung steht, den Gegenstand in L, A, und M, oder überhaupts so oft, als Flächen sind.

* Etwas von den dioptrischen Anamorphosen, in welchen die einzelnen Theile eines Gemähldes zerstreut liegen, durch ein Polyeder betrachtet aber sich zusammenschließen, und ein Ganzes ausmachen, in den öffentlichen Vorlesungen.

§. 158.

Brechung der Lichtstrahlen durch gekrümmte, durchsichtige Flächen überhaupts.

Aus den allgemeinen Gesetzen der Strahlenbrechung, und aus der Kenntniß des Brechungsvermögens verschiedener durchsichtiger Mittel, vorzüglich der Luft, und des Glases (§. 153.) können wir auch durch Zeichnungen bestimmen, wie die Brechung der Lichtstrahlen in gekrümmten Flächen vor sich gehe. Wir untersuchen hier nur die Brechung der Lichtstrahlen in Gläsern, deren Oberflächen eine sphärische, oder kugelförmige Krümmung haben, und daher oder erhabne (convexe) die man wegen ihrer scheibenförmigen, und etwas platten Figur Linsen, oder Lupen nennt, oder hohle (concave) Gläser vorstellen. Diese erhabenen Gläser, oder Linsen sind entweder auf einer Seite eben, und auf der andern erhaben (planconvexe); oder auf beyden Seiten erhaben (convex-convex, oder biconvex); oder auf einer Seite erhaben, auf der andern hohl, so, daß der Halbmesser der erhabenen Seite kleiner ist, als jener der hohlen Seite, und Menisken, oder Monde heissen.

sen. Diesen erhabenen Linsen sind die hohlen Gläser, oder Hohlgläser entgegensetzt, wo entweder die eine Seite eben, die andere hohl (planconcav) oder beyde Seiten hohl sind (concavconcav, oder biconcav) oder wo der Halbmesser der erhabenen Seite grösser ist, als jener der hohlen (concavconvex). Hat die Convexität, und Concavität eines Glases einerley Halbmesser, wie z. B. ein Uhrglas, folglich hat so ein Glas parallele Seiten wie ein Planglas, so ändert es die Richtung der durchgehenden Strahlen eben so wenig, als ein Planglas; und gehört eigentlich gar nicht zu den Linsen. Die Linie, welche auf beyden Flächen eines auf die beschriebene Art gekrümmten Glases senkrecht steht, und zugleich durch die Mittel des Glases geht, heißt die Achse des Glases. Die Größe des Glases bestimmt man nach der Krümmung, und diese nach dem Durchmesser der Kugel, wovon die Convexität, oder Concavität des Glases einen Abschnitt, oder ein Segment ausmachet, und heißt hiemit einzolligt, zweyzolligt, dreyzolligt, zehnfüßig, zwanzigfüßig u. s. w. wann der Durchmesser der Kugel, wovon die gekrümmte Oberfläche des Glases ein Abschnitt ist, 1 Zoll, 2 Zoll, 3 Zoll, 10 Fuß, 20 Fuß u. s. w. beträgt.

* Alle diese verschiedenen Arten von erhabenen, und hohlen Gläsern in den öffentlichen Vorlesungen vorgezeigt, erläutern die vorige Erklärung.

§. 159.

§. 159.

a) Wenn parallele Lichtstrahlen auf erhabene Glaslinsen (sie mögen planconvex, converconvex Kugeln, oder Menisken seyn) nahe bey der Achse einfallen, so werden sie so gebrochen, daß sie hinter der Linse nach der Achse zusammengehen, und sich in einem Punkte der Achse vereinigen, welcher der **Brennpunkt** der Linse heißt, in dem sich die Strahlen durchkreuzen, und dahinter divergirend werden. Die Entfernung des Brennpunktes paralleler Strahlen von der Krümmung der Linse (ohne Rücksicht auf die Dicke des Glases) heißt Brennweite. Die anbemerkte Zeichnung dient zur Erläuterung. A B ist eine biconvexe Linse, C D die Achse, E H, und I K zween Lichtstrahlen, die nahe an der Achse C D parallel auf diese Linse auffallen, nachhin convergiren, in F den Brennpunkt machen, und dann auseinander gehen. Taf. VIII. Fig. 4.

Brechung der Lichtstrahlen durch erhabene Gläser.

1. Versuch. Sonnenstrahlen, die ihrer grossen Entfernung wegen beynahe als Parallelstrahlen anzusehen sind, fallen auf eine erhabene Linse, sie werden durch die Brechung in einem Punkte vereiniget, wo sie, in hinlänglicher Menge gesammelt und mit einem Papiere, welches man zuerst ganz nahe an die Linse hält und nachher allmählig immer weiter entfernt, aufgefangen das deutliche kreisrunde Bild der Sonne abmahlen, brennliche Körper anzünden, Metalle schmelzen, u. d. gl. daher dieser Punkt **Brennpunkt** genennt wurde.

2. Ver-

2. Versuch. Läßt man in einem verfinsterten Zimmer die parallelen Sonnenstrahlen auf eine biconvexe, dann auf eine planconvexe Linse, und endlich auf eine Meniske fallen; alle diese Linsen brechen die Sonnenstrahlen so, daß sie hinten zusammenfahren, nur brechen die biconvexen unter gleichen Umständen die Strahlen stärker, und unter größern Winkeln zusammen, als die planconvexen, und diese stärker als die Menisken.

b) Wenn divergirende Strahlen eines beleuchteten Punktes auf eine erhabene Linse fallen, so werden sie nach dem Brechen a) weniger divergirend, wenn die Entfernung des leuchtenden Punktes kleiner ist, als die Brennweite; b) parallel, wenn der leuchtende Punkt im Brennpunkte selbst ist, und c) convergirend, wenn der strahlende Punkt außer der Brennweite der Linse ist.

c) Lichtstrahlen die convergirend auf erhabene Linsen auffallen, müssen durch diese natürlicher Weise noch mehr convergirend gemacht werden, und folglich noch eher sich im Brennpunkte sammeln.

* Eigentlich kommen aber nur jene Strahlen nach der Brechung in einen Punkt zusammen, die mit der Achse des Glases parallel, und ihr unendlich nahe sind. Je weiter die Parallelstrahlen von der Achse einfallen, desto kürzer ist der Abstand ihres Vereinigungspunktes vom Glase. Die Entfernung dieses vom erstern Punkte heißt die Abweichung

der

der Strahlen wegen der Sphärizität des Glases. Weil die erhabenen Gläser allgemein die Lichtstrahlen weniger divergent oder mehr convergent machen, d. h. näher zusammenlenken, so heißt man sie auch Sammlungs- oder Collectivgläser.

** In den Vorlesungen werden Zeichnungen vom Gange der Lichtstrahlen, welche oder parallel, oder divergirend, oder convergirend auf erhabene Linsen auffallen, und beym Eintritte und Austritte in selben verschiedenartig gebrochen werden, vorgelegt, und sodann mit Versuchen bestättigt.

§. 160.

Methode die Brennweite erhabener Linsen zu finden.

I. Aus dem bekannten Verhältniß des Brechungsvermögens der Luft zu den erhabenen sphärischen Gläsern, und aus den gegebenen Halbmessern ihrer Krümmungen hat die Mathematik zur Bestimmung der Brennweiten erhabener Linsen analytische Ausdrücke angegeben, aus welchen folgt:

a) Daß bey biconvexen Gläsern, derer Krümmungen gleich sind, die Brennweite dem gemeinschaftlichen Halbmesser der beyden Flächen des Glases gleich sey.

b) Daß bey planconvexen die Brennweite dem Durchmesser der Kugel gleiche, wovon die erhabene Seite ein Abschnitt ist.

c) Daß bey einer gläsernen Kugel die Brennweite den vierten Theil ihres Durchmessers betrage.

II. Auf-

II. Auſſer dieſen giebt es noch andere zwar weniger genaue, aber doch im gemeinen mehr anwendbare Methoden, die Brennweite erhabener Linſen zu finden; als

Erſtens. Man hält die Linſe zwiſchen erleuchteten Gegenſtänden, derer Diſtanz die Brennweite wenigſt tauſendmal übertrifft, und einer damit parallel ſtehenden weiſſen Waud ſo, daß die Achſe der Linſe ſenkrecht auf der Wand, und dem Fenſter ſteht, alsdann nähert, oder entfernt man nach und nach das Glas von der Wand, bis man das deutliche Bild des Fenſters auf der Wand abgemahlen ſieht, da, wo das Bild des Fenſters am kleinſten, und deutlichſten erſcheint, iſt der Brennpunkt der Linſe; vor, unter, hinter dieſem Punkte wird das Bild immer größer, und undeutlicher. Die Entfernung der Linſe von der Wand iſt die geſuchte Brennweite.

Zweytens. Man hält ein Linſenglas gerade gegen die Sonne; die vereinigten Lichtſtrahlen bilden hinter dem Glaſe auf der Fläche, die ihn aufnimmt, einen Punkt; die Entfernung des Ortes, wo dieſer Punkt am hellſten, und kleinſten erſcheint, von der Fläche beſtimmt die Brennweite.

Drittens. Man bedecke eine erhabene Linſe auf einer Seite mit einem genau darauf anſchlieſſenden Papier, worinn viele kleine runde Löcher geſtochen ſind, und laſſe die Sonnenſtrahlen hindurch

auf

auf eine parallel darunter gehaltene Fläche fallen. Ist die Fläche weiter oder näher von der Linse als die Brennweite, so entstehn so viel leuchtende Kreise, als Löcher im Papier sind; im Brennpunkte hingegen vereinigen sie sich alle in einen Kreis, dessen Entfernung von der Linse ihre Brennweite angiebt.

Viertens. Betrachtet man ein erleuchtetes Object durch eine Glaslinse, und entfernt sie vom Auge nach und nach, bis man vom Objecte nichts mehr unterscheidet, sondern in dessen Stelle nur einen hellen Schein wahrnimmt, so ist die Entfernung des Auges von der Linse die gesuchte Brennweite.

Fünftens endlich und am besten findet man diese Brennweite, in einem dunkeln Zimmer, in welches durch die Linse das Sonnenlicht hineinfällt. Die Entfernung der Spitze des sich hier bildenden Strahlenkegels von der Linse ist die Brennweite.

* Die nach diesen fünf Methoden praktisch gefundenen Brennweiten sphärischer erhabener Linsen verschiedener Art sind durchgehends nahe die nämlichen, wie sie die Mathematik durch Rechnungen aus ihren analytischen Formeln, und durch Zeichnungen aus der Brechung der Lichtstrahlen in erhabenen sphärischen Gläsern (§. 159.) zu finden angiebt. Nach der Brennweite bestimmt man mehrentheils die Linsen, ohne übrigens auf die Beschaffenheit und Größe ihrer Krümmung zu sehen, weil

Gläser von gleicher Brennweite unter übrigens gleichen Umständen auch gleiche Wirkung thun, wenn sie gleich verschieden gekrümmt sind. Die Gründe von allen diesen werden aus dem folgenden §. erhellen.

§. 161.

Das Bild der Objecte durch erhabene Linsen.

Man kann sich die Theorie der Bilder, welche erhabene Linsen von den vor ihnen sich befindlichen Gegenständen machen, am bequemsten durch eine Lichtflamme erläutern, wenn man dieselbe in verschiedenen Distanzen vor das Glas stellt, und mit einem Papiere hinter dem Glase den Ort sucht, wo sich das Bild der Flamme abmahlen soll; denn bey dieser Verrichtung wird jeden die Erfahrung lehren:

Versuche.

1) Daß das Bild der Lichtflamme hinter einer converen Linse klein, lebhaft, und verkehrt erscheine, wenn die Flamme vom Brennpunkte der Linse so weit entfernt steht, daß ihre Strahlen beynahe parallel, oder sehr wenig divergent auf die Linse fallen; das blos daher kömmt, weil die meisten aus einem Punkte des Gegenstandes kommenden Strahlen durch die Brechung wieder in einen Punkt des Bildes vereiniget werden (§. 159.) allda einen Strahlkegel bilden, folglich auch an dieser Spitze, wie bey den Spiegeln (§. 146.) gezeigt worden, das Bild der Flamme klein, lebhaft, aber umgekehrt vorstellen, weil sich da die Strahlen durchkreuzen, mithin im Bilde dasjenige oben, was im

Objecte unten steht. Von so einem Strahlkegel, den die durch convexe Linsen parallel durchgehende Lichtstrahlen bilden, und von ihrer Durchkreuzung können wir uns noch mehr überzeugen, wenn man im verfinsterten Zimmer die parallelen Strahlen der Sonne auf eine erhabene Linse fallen läßt, wo man den durch Brechung hinter der Linse sich bildenden Strahlenkegel, und den umgekehrten nach der Durchkreuzung wahrnehmen kann, vorzüglich, wenn man Staub hineinbläßt, der von den Lichtstrahlen erleuchtet wird.

2) Daß das Bild der Flamme eben so groß, und eben so weit von der Linse entfernt sey, als die Flamme selbst, wenn sie bis auf die doppelte Brennweite an die Linse kömmt.

3) Daß das Bild an Größe, und Entfernung wachse, wenn die Flamme dem Brennpunkte allmählig näher kömmt.

4) Daß das Bild ganz verschwinde, oder nach der Sprache der Mathematiker in einer unendlichen Entfernung unendlich groß werde, wenn die Flamme in der einfachen Entfernung des Brennpunktes vor der Linse steht; denn in diesem Falle laufen die Strahlen aus der Flamme wie aus dem Brennpunkte der Linse divergirend auf selbe hin, und werden nach §. 159. nach der Brechung aus der Linse parallel fortgehen, die gar keinen Strahlkegel, oder diesen erst in einer unendlichen Entfernung bilden. Dar-

aus folgt, daß alle Bilder unendlich entfernter Gegenstände in den Brennpunkt fallen, und daß sich das Bild immer mehr vom Brennpunkte entferne, wenn der unendlich weit entfernte Gegenstand allmählig näher rückt. Es kann mithin auch kein Bild der Linse näher liegen, als der Brennpunkt.

5) Daß endlich gar kein Bild mehr zum Vorscheine kommen kann, wenn die Flamme näher nach dem Glase liegt, als der Brennpunkt; denn da bilden die Strahlen nach der Brechung, wegen ihrer großen Divergenz beym Eintritte in die Linse, gar keinen Strahlenkegel mehr, sondern bleiben divergirend.

* Zur Erläuterung der bisher vorgetragenen Sätze von der geradlinichten Ausbreitung des Lichtes, der Zurückstrahlung, und besonders der Brechung in erhabenen Gläsern dienen a) die dunkle Kammer; b) die helle Kammer; c) die Zauberlaterne; d) das Sonnenmikroscop. — Die nähere Beschaffenheit dieser schätzbaren Vorrichtungen läßt sich am leichtesten durch die Zerlegung derselben, und durch ihren Gebrauch bey den Vorlesungen zeigen.

§. 162.

Brechung der Lichtstrahlen durch hohle Glasflächen.

Alle Hohlgläser (§. 158.) namentlich das Planconcavglas, das concavconcave, und convexcave zerstreuen die gebrochenen Strahlen, welche von den erhabenen gesammelt werden

und

und heißen deßwegen auch Zerstreuungsgläser im Gegensatze der erhabenen, die Sammlungsgläser heißen. (§. 159.) Wenn

1) parallele mit der Achse laufende Lichtstrahlen C D, und E F auf ein planconvexes I, oder auf ein biconvexes II, oder auf ein convexconcaves III. Glas A B auffallen, so werden sie nach der Brechung divergirend nach G H, und I K fortgehen; werden diese divergirende Strahlen hinter dem Glase verlängert, so vereinigen sich ihre Richtungen in einem Punkte L eben so, als wenn sie alle aus L gekommen wären; dieser Punkt L heißt Zerstreuungspunkt, oder auch der eingebildete Brennpunkt der parallelen auf die Hohlgläser fallenden Strahlen. Taf. VIII. Fig. 5.

2) Divergirend darauffallende Strahlen werden durch die Wirkung der Brechung noch mehr divergirend; und

3) Convergirend auffallende Strahlen werden nach der Brechung entweder weniger convergirend, oder parallel, oder gar divergirend, je nachdem sie vor dem Auffallen in einem höhern, oder geringern Grade convergirend sind.

* Von diesen Wirkungen der Strahlen-Brechung in den Hohlgläsern können wir uns durch Versuche an denselben deutlich überzeugen.

§. 163.

§. 163.

Das Bild der Objecte durch Hohlgläsern

Da das Bild eines Gegenstandes, wie schon oben bemerkt worden (§§. 146. 161.) nur immer an dem Orte erscheinen kann, wo zween unendlich nahe einfallende Strahlen sich durchkreuzen, oder die Spitze eines Strahlenkegels bilden; dieses aber in Hohlgläsern, durch welche divergirend von einem Gegenstand ausfahrende Lichtstrahlen zerstreuet werden, nicht geschehen kann (§. vorg.); so sieht man, daß die in den Hohlgläsern gebrochenen Lichtstrahlen auch kein Bild von den Gegenständen machen können. Weil sie aber aus dem Glase in einer solchen Richtung auseinander fahren, als wenn sie aus dem Vereinigungspunkte L (in der vorigen Figur) gekommen wären; so nimmt man diesen eingebildeten Punkt L, wo die nach der Brechung divergenten Stralen G H, und I K hinter der Linse verlängert zusammenlaufen, als das Bild des Objectes an. Dieß Bild ist aber nur ein geometrisches, eingebildetes, und kein physisch wirklich existirendes Bild, wie das Bild erhabener Linsen von Gegenständen, die ihnen näher liegen, als der Brennpunkt (§. 161.)

* Aus eben dem Grunde weil die Hohlgläser keinen reelen, sondern nur einen eingebildeten Brennpunkt haben, können sie uns nie als Brenngläser dienen.

§. 164.

§. 164.

Brechung der Lichtstrahlen durch prismatische Gläser.

1. Versuch. Wenn man ein dünnes Bündel weisser Sonnenstrahlen A B durch eine kleine runde Oeffnung von ohngefähr 3 Linien im Durchmesser in ein verfinstertes Zimmer so fallen läßt, daß es von einem gläsernen, horizontal und mit der Schneide abwärts gestellten dreyseitigen Prisma C D aufgefangen wird, so wird der Strahl nach dem Durchgange durchs Prisma auf der vertikalstehenden Wand D E in F kein rundes weißes Bild der Sonne machen, wie es geschehen müßte, wenn dabey die Parallelstrahlen, wie bey dem Durchgange durch ebene Flächen, parallel bleiben, sondern man sieht auf der Wand ein länglichtes Farbenbild G H, das aber nicht in der Richtung der Strahlen A B liegt, und etwa fünfmal so lang, als breit ist, das nach der Länge durch gerade parallel Linien, oben, und unten aber durch Zirkelbögen begränzt ist, und aus sieben gefärbten in folgender Ordnung übereinander liegenden Streifen besteht, nemlich von unten nach oben zu: aus dem rothen, orangefärbigen, hellgelben, grünen, hellblauen, indigo, oder dunkelblauen, und aus dem violetten. Der rothe Streif ist dem Bilde, welches das weisse Sonnenlicht machen würde, am nächsten, der violette hingegen ist am meisten davon entfernt, folglich der rothe Strahl am schwächesten, der violette aber am stärksten von seiner Richtung weggebrochen. — Wenn man den Sonnenstrahl zuerst mit einer erhabenen Linse auffängt, und dicht hinter diese das

Taf. VIII. Fig. 6.

Prisma

Prisma stellt, so wird die Absonderung der verschiedenen Farbenstrahlen noch deutlicher gemacht.

2. Versuch. Werden zwo ebene dünne Glasplatten unter einem schiefen Winkel aneinander gekittet, und die Winkel, die sie an ihren Enden offen lassen, mit dreyeckigten messingenen Platten, statt der Grundflächen verschlossen, wird sodann dieß offene prismatische Gefäß bey unterwärts gekehrter Schneide mit Wasser gefüllt, und so wie das Glasprisma im vorigen Versuche dem Strahlenbündel entgegengestellt, so erhalten wir an der gegenüberstehenden Wand das nemliche gefärbte Sonnenbild.

3. Versuch. Läßt man im finstern Zimmer einen Bündel Sonnenstrahlen auf die Spitze eines kegelförmigen Glases fallen, so werden sie auf der gegenüberstehenden Wand ein cirkelförmiges Bild machen, das aus den nemlichen prismatischen Farben zusammengesetzt ist, das aber aus lauter aufeinanderliegenden concentrischen Cirkeln besteht, deren jeder seine eigene Farbe hat, und zwar der innerste oder kleinste roth, der nachfolgende orangefärbig, der dritte hellgelb, der vierte grün, der fünfte hellblau, der sechste dunkelblau, der siebente, und letzte wieder violett, folglich alle in der nemlichen Ordnung wie bey den Prismen erscheinen. — Hält man die Grundfläche des Kegels gegen den einfallenden Strahl so zeigt sich diese Erscheinung nicht.

4. Versuch.

4. Versuch. Hängt man eine helle mit Wasser gefüllte Glaskugel an einer Schnur auf, die über eine Rolle geht, so, daß man die Kugel erhöhen, und erniedrigen kann, und läßt sodann die Sonnenstrahlen so darauffallen, daß sie mit der geraden Linie, die vom Auge des mit dem Rücken gegen die Sonne stehenden Beobachters nach der Kugel hingeht, einen Winkel von ungefähr 42 Grad macht, so sieht man an der hintern von der Sonne abgewendeten Seite der Kugel eine sehr lebhafte Röthe. Läßt man die Kugel allmählig immer tiefer herab, so wird jener Winkel immer kleiner, und man sieht nach und nach alle prismatischen Farben bis aufs violette in der Kugel.

5. Versuch. Fängt man das Farbenbild mit einer etwas großen erhabenen Linse auf, so sehen wir in ihrem Brennpunkte ein weißes Sonnenbild. Hinter dem Brennpunkte aber erscheinen die Farbenstrahlen wieder in umgekehrter Ordnung, welche, wenn sie wieder mit einer Linse aufgefangen werden, im Brennpunkte derselben, wieder das weiße Sonnenbild geben. — Werden sie aber mit einem Spiegel aufgefangen, so bleibt das Farbenbild nach der Reflexion unverändert.

6. Versuch. Läßt man einzelne gefärbte Strahlen, wie sie aus dem ersten Prisma S V T herauskommen, in einer hinlänglichen Entfernung durch zwey gleichweite kleine Oeffnungen X x zweyer senk- Taf. VIII. Fig. 7.

recht,

recht, parallel stehender und etwa 10 Schuh weit von einander entfernter Bretter P Q, und p q durchfahren, und fängt diese mit dem zweyten Prisma s v t auf; so wird der einfach gefärbte Strahl auf der Wand Y y nach diesen zweyen Brechen in der Farbe ungeändert erscheinen, und ein kreisrundes Bild machen. Durch sanftes Umdrehen des erstern Prisma S V T kann man nach und nach alle einfach gefärbten Strahlen des siebenfachen Farbenbildes durch die zwey Löcher X und x bringen, und auf der Wand Y y abbilden, wobey man aber bemerkt, daß der rothe Strahl am niedrigsten nach Z zu, der orangefarbene etwas höher, der gelbe noch etwas Löcher, und so immer fort nach der Reihe der Farben im Farbenbilde von unten auf bis zur violetten, als zur höchsten, zu liegen kommen. — Der rothe Strahl wird also in einem, und dem nemlichen Brechungsmittel weniger gebrochen, als der grüne, dieser weniger als der blaue, und der violette am stärksten. — Wird so ein einzelner Farbenstrahl mit einem Spiegel aufgefangen, so bleibt er ebenfalls auch nach der Reflexion von der nemlichen Farbe.

7. Versuch. Fängt man die einzeln gefärbten Lichtstrahlen statt des zweyten Prisma s v t im vorigen Versuche, mit einer erhabenen Linse auf, und vereiniget sie damit in einem Punkt auf der weißen Wand, so entsteht auf selber, eben wie vorhin, ein zierkelrundes Bild von der Farbe der Lichtstrahlen,

die

die man vereiniget hat. Doch ist die Brennweite bey selben nicht gleich, bey rothen Strahlen ist sie am grösten, bey den violetten am kleinsten, und bey den andern hält sie das Mittel, folglich müssen die aus dem Prisma getretenen rothen Strahlen nicht so convergent, d. h. weniger convergent als die violette seyn, oder die violetten müssen im nemlichen Prisma am stärksten gebrochen werden.

§. 165.

Aus diesen, und vielen andern ähnlichen analytischen sowohl, als synthetischen Versuchen schloß Newton mit allem Rechte,

Verschiedene Brechbarkeit des Lichtes aus der Verschiedenheit der Farben.

1) Daß weil die siebenfärbigten Lichtstrahlen des prismatischen Farbenbildes in einem und dem nemlichen Brechungsmittel ein verschiedenes Brechungsverhältniß haben, die Theile eines jeden Sonnenstrahles eine verschiedene Brechbarkeit haben müssen, und

2) Daß sie sich eben deßhalb hinter dem gläsernen Prisma, oder andern durchsichtigen schräg zusammenlaufenden Flächen (§. vorg. 2ter 3ter 4ter Versuch) immer mehr von einander entfernen müssen, so, daß der gebrochene, und aus dem Prisma ausfahrende Lichtstrahl gleichsam einen Pinsel von 7 zertheilten Strahlen bilde, deren jeder seiner verschiedenen Brechbarkeit wegen eine verschiedene Farbe giebt, weil sich allemal dort, wo die stärkste Brechung die violette, wo die kleinste Brechung die

rothe

rothe Farbe zeigt, und zwischen beyden alle Farben beständig im nemlichen Brechungsverhältniß, und in der nemlichen Ordnung bleiben (1. 2. 3. 4. 6. 7. Versuch) und weil bey einerley Brechbarkeit des Lichtstrahles dieser niemehr durch ein zweytes, oder noch mehr Prismen in verschiedene gefärbte Strahlen abgesondert werden kann, sondern beym Ausgange aus dem Prisma immer die nemlichen Farbe giebt, die er beym Eingange in dasselbe schon gezeigt hat (6. Versuch).

3) Daß die sieben Farben der Lichtstrahlen in so fern einfache ursprüngliche Grundfarben, oder auch homogenes Licht sind, als sie sich auf keine Art weder durch Brechung, noch durch Zurückwerfung (6. Versuch) weiter theilen lassen. Es scheint zwar, als wären die blaue, gelbe, und rothe Farbe nur allein einfache Farben, weil nur diese aus keinen andern Farben zusammengesetzt werden, wohl aber aus ihrer Mischung andere Farben erzeigt werden können; so kann z. B. aus der Mischung des gelben und blauen Strahls eine grüne und aus dem rothen, und gelben eine goldgelbe Farbe erhalten werden. Allein diese zusammengesetzten Farben, so ähnlich sie auch den einfachen sind, theilen sich wieder durch ein Prisma in ihre Farben, die nach unsern Sinne einfach sind, oder nicht weiters zerlegt werden können.

4) Daß jeder Sonnenstrahl, selbst der feinste, aus sieben Farbenstrahlen zusammengesetzt, und eben

deßhalb

deßhalb weiß sey; gleichwie eine mit den benannten sieben Farben vom Mittelpunkte nach der Peripherie in Streifen gemahlte hölzerne Scheibe bey dem schnellen Herumdrehen um ihren Mittelpunkt uns weiß erscheint.

5) Daß das Prisma den weissen Lichtstrahl bloß deßhalb so merklich absondere, und die sieben Farbenstrahlen zerstreue, weil es die Richtung seiner Theile durch eine doppelte Brechung nach oben, oder nach unten sehr stark ändert; denn nach einer einfachen Brechung, die den einfallenden Strahl nur sehr wenig aus seiner Richtung bringt, würde uns dieser weiß zu bleiben scheinen, bloß weil in ihm die einzelnen Farbenstrahlen einander so nahe, und mit einander so genau vermischt sind, daß unser Gesicht sie nicht mehr zu unterscheiden vermag; da sie hingegen nach einer doppelten Brechung mit größerer Ungleichheit der Brechungswinkel voneinander abgesondert hervorkommen, und die ihnen eigenthumliche Farbe zeigen.

6) Daß die einfachen Strahlen des weissen Lichtes, wenn sie schon von einerley Punkte kommen, nach der Brechung in erhabenen Linsen so viele Bilder machen, als einfache Arten des Lichtes in dem weissen enthalten sind, weil jedes einfache Licht durch eine erhabene Linse gebrochen seinen eigenen Brennpunkt hat (7. Versuch). Es decken sich zwar diese Bilder größtentheils, doch nicht vollkommen, und daher sieht man den blauen Rand um die Bilder

der Objecte, die durch erhabene Linsen betrachtet werden. Hieraus folgt eine beträchtliche Unvollkommenheit der dioptrischen Werkzeuge, welche man die Abweichung der Strahlen wegen der Farben nennt.

* Obschon wir im im prismatischen Farbenbilde hauptsächlich nur 7 verschiedene Gattungen des Lichtes, oder nur 7 Hauptfarben unterscheiden können, so läßt sich doch noch eine unzählige Menge Zwischenfarben keineswegs bezweifeln; denn man muß bey dem Uebergange von einer Hauptfarbe zur andern oder von den am meisten bis zu den am wenigsten brechbaren Lichtstrahlen nothwendig allmählige Abstuffungen zu lassen. — Nicht nur allein das Sonnenlicht, sondern auch jedes andere Licht leidet im Prisma die nemliche Absönderung.

§. 166.

Woher die verschiedene Brechbarkeit des Lichtes?

Die wahrscheinlichere Ursache der verschiedenen Brechbarkeit der Lichtstrahlen muß in der verschiedenen Geschwindigkeit mit der sie auf das nemliche Brechungsmittel auffallen, und diese in der ungleichen Anziehung des Brechungsmittels gegen die weißen Lichtstrahlen liegen. Dieses ungleiche Anziehen, oder diese ungleiche Verwandschaft des nemlichen Brechungsmittels mit den Theilen des weissen Lichtstrahls setzt aber nothwendig voraus, daß dieser weisse Lichtstrahl keineswegs von gleichartiger Mischung, sondern aus mehr ungleichartigen Lichtstrahlen zusammengesetzt bestehe, die erst durch das

Prisma

Prisma voneinander abgesondert auf unser Sehwerkzeug eine Empfindung hervorbringen, mit welcher wir die Vorstellung dieser Farben verbinden.

§. 167.

Die Verschiedenheit der Farben an den Körpern.

Wenn die Lichtstrahlen, sie mögen aus leuchtenden ausströmen, oder aus erleuchteten in unser Aug zurückgeworfen werden, aus einer Mischung lauter gleichartiger Theile bestünde, so fänden wir in unser Sinnenwelt alles weiß; denn sie würden alle unzersetzt in unser Aug kommen. Die Verschiedenheit der Farben, welche die leuchtenden Körper zeigen gründet sich daher bloß auf die heterogeneität des zurückgeworfenen Lichtstrahls sowohl als des ausströmenden, und wird folglich wieder daraus erklärbar, daß erleuchtete Körper nur Strahlen einer gewissen Art zurückprellen, leuchtende aber nur Strahlen von gewisser Art ausströmen, deren jede in unsern Augen besondere Empfindungen hervorbringen, mit denen die Vorstellung der verschiedenen Farben verbunden steht. Es erscheint daher ein undurchsichtiger Körper roth, oder blau, wenn er alle übrigen Strahlen durchläßt, und vorzüglich nur den einfachen rothen, oder blauen Strahl, der im weißen enthalten ist, in unser Aug zurückwirft; so wie uns durchsichtige gefärbte Körper nur in jener Farbe erscheinen, welche der einfache Lichtstrahl hat, den die durchsichtige Fläche hauptsächlich allein durchläßt. Weiß ist nur unzersetztes Licht, folglich eine Mischung aller Grundfarben im gehörigen Verhältniß,

und

und also eigentlich keine Farbe (§. 164. 5. Versuch) so wie im Gegensatze Schwarz in der Abwesenheit alles merkbaren Lichtes, und aller Farben besteht, und im engern Sinne eben so wenig, als Weiß, eine Farbe genennt werden kann. Aus der Verbindung zweyer, oder mehrer einfacher Farben deren es eine unzählige Menge giebt (§. 165.) und aus den unzähligen Verhältnissen, in denen sie mit einander in Verbindung stehen können, entstehen die so unendlich abweichenden zusammengesetzten Farben, die wir an Körpern wahrnehmen; sie stellen sich uns dar, indem verschiedenartige Strahlen zu gleicher Zeit zum Auge gelangen, und von undurchsichtigen zurückgeworfen, oder von durchsichtigen durchgelassen werden. Um aber näher zu erklären, wie es zugehe, daß ein Körper diese, oder jene Farbe zeige, müssen wir nothwendig mit Newton annehmen, daß die kleinsten Theilchen der Oberfläche des Körpers durchsichtig sind, und daher das weiße Licht durch die Brechung so, wie das Prisma, in die einfachen Farbenstrahlen zerlegen, und daß sie nach Verschiedenheit ihrer Natur und Verwandschaft mit den Lichttheilchen eine Kraft besitzen, gewisse Farbenstrahlen mehr zu binden, zu figiren, und ihre expansivkraft unthätig zu machen, als andere; wodurch dann diese letztern nur allein wieder zurückzustrahlen vermögend sind, und durch die mannigfaltigen Verhältnisse, in denen sie vermischt seyn können, die Mannigfaltigkeit der Farben hervorbringen. So würde also ein Körper grün aussehen,

wenn er entweder nur das grüne, oder gelbes, und violettes Licht zugleich reflectirte, die übrigen Arten des weißen Lichtes hingegen einsaugte, und figirte. Hieraus wird auch erklärbar:

a) Wie manchmal Körper unter verschiedener Neigung, oder Richtung betrachtet, verschieden gefärbt erscheinen, oder ihre Farben changiren, als z. B. der Schillertaffent, die schillernde Papillions, die Federn am Halse der Tauben, die Pfauen- und Papageyfedern.

b) Warum ein durchsichtiger Körper, der andere Strahlen reflectirt, als er durchläßt, beym reflectirten Lichte anders, als beym gebrochenen erscheint. Z. B. so erscheint eine Lackmustinctur vor dem Lichte violett, und hinter dem Lichte gehalten blau. — Die Luft der Atmosphäre läßt zwar das mehreste weiße Licht hindurch, reflectirt aber auch zugleich in grösserer Entfernung, wo ihre Masse beträchtlich groß ist, blaues Licht, und sieht eben deßwegen in ihrem reflectirten Lichte blau aus (§. 1.)

c) Warum mit der Veränderung der Mischung einer Körpermasse durch Zusatz eines dritten Körpers auch sehr oft ihre Farbe geändert werde; weil nemlich mit so einer Mischung die Lage, Gestalt, und besonders die Anziehung ihrer Theile gegen gewisse Arten des weissen Lichtes nicht selten geändert wird. Die Chemie giebt hievon nebst dem bey den Gasarten angeführten Farbenveränderungen tropfbarer

Flüßigkeiten sowohl als auch der Lichtflammen unzählige Beyspiele, die in den Vorlesungen anschaulich gemacht werden, als:

1) Salpetersäure, Vitriolsäure, Salzsäure, und Essig färben die blaue Lackmustinctur, und den blauen Veilchensyrup hellroth.

2) Lackmustinctur, die vorhin durch eine Säure roth gefärbt, wird durch Laugensalze wieder blau.

3) Blauer Veilchensyrup wird durch Laugensalze grün.

4) Die Mischung von einer Gold- und Zinnauflösung, die beyde einzeln weiß sind, färbt sich schön purpurroth.

5) Die ungefärbte Auflösung des Eisenvitriols im Wasser wird durch wenig Zusatz von Galläpfeltinktur violett, durch mehrere davon schwarz; zugesetzte Säure nimmt ihm die violette Farbe, und die Schwärze wieder. Eben diese Auflösung wird durch Blutlauge schön roth.

6) Die Auflösung des Kupfervitriols im Wasser wird durch flüchtiges Laugensalz sogleich schön blau, durch feuerbeständiges grün.

7) Kupferauflösung im Salmiakgeist bleibt weiß, so lang der atmosphärischen Luft der Zutritt versperrt ist; bey der Berührung derselben aber erhält sie eine schöne laßurblaue Farbe.

8) Buchstaben mit einer weissen Koboldauflösung auf ein weiß Papier geschrieben bleiben unsichtbar,

bis

bis man das Papier erwärmt; dann erscheinen sie grün, verschwinden beym Erkalten, erscheinen wieder beym Erwärmen.

9) Eine mit Galläpfel-Tinktur geschriebene, unsichtbare Schrift wird schwarz, und sichtbar, sobald man sie in eine Eisenauflösung eintaucht. Hieher gehört auch die sympathetische Dinte (I. Th. §. 9.).

10) Werden einige mit Bleyglätteſſig geschriebene Zeilen über ein Weinglas gelegt, welches mit 2 Loth flüßiger Schwefelleber gefüllt, die aus 2 Theilen Potasche, einen Theil Schwefel, und 12 Theilen Wasser besteht, so wird die Schrift metallisch, silberfärbig, und glänzend erscheinen, sobald man Mineralsäure zur Schwefelleber gießt.

§. 168.

Inflexion, oder Beugung des Lichtes.

Ausser der Reflexion, Refraction, und verschiedenen Brechbarkeit des Lichtes hat man noch eine andere Eigenschaft desselben wahrgenommen, die man die Beugung, oder Inflexion des Lichts nennt.

Versuch.

Wenn man nemlich in einem verfinsterten Zimmer einen kleinen Sonnenstrahl zwischen zwey Messerschärfen fallen läßt, die nur 0,04 bis 0,05 eines Zolls von einander entfernt sind, so findet man, indem man diese Strahlen auf eine weisse Wand in einer gewissen Entfernung auffängt, daß der Strahlenbündel zertheilt ist, und in der Mitte einen Streif

eines dunkeln Schattens hat. Eben so erscheint der Schatten eines Haares, das man in einen Strahlbündel, der in ein verfinstertes Zimmer eingelassen wird, hält, auf einer gegenüberstehenden Fläche breiter als es seyn würde, wenn die Strahlen von ihrer Richtung nicht abgewichen wären. Diese Abweichung der Richtung der Lichtstrahlen, die durch ihr Vorbeystreichen an der Oberfläche der Körper erfolgt, ist das, was wir Inflexion, oder Beugung des Lichtes nannten; sie ist, wie die Brechung des Lichtes, wahrscheinlich der Anziehung des Körpers gegen die Lichtmaterie zuzuschreiben.

§. 169.

Die Durchsichtigkeit einiger Körper.

So wie sich mit der Veränderung der Lage, der Struktur, und der Mischung der Theile nicht selten auch die Farbe der Körper ändert (§. vorg.) so ändern sich auch aus Erfahrung die Grade ihrer Durchsichtigkeit. Durch mechanische Mischungen werden manchmal die durchsichtigsten Materien trübe. Z. B. dienen:

a) Wasser im Schaum verwandelt wird durch die dazwischen gebrachten Luftbläschen undurchsichtig.

b) Geschmolzen Wachs, und Talg werden durchsichtig.

c) Viele Glastafeln übereinander gelegt sind wenig durchsichtig, erhalten aber durch dazwischen gegossenes Wasser wieder einen höhern Grad von Durchsichtigkeit.

d) Nasse

d) Nasses, oder mit Oel getränktes Papier ist durchsichtiger, als trocknes, in dessen Zwischenräumen sich Luft anstatt des Wassers, oder des Oehls befindet.

e) Luft wird durch Nebel halb undurchsichtig.

f) Klares Glas wird durchs Zerstossen zu einem Pulver, und dadurch mit Luft vermischt, undurchsichtig.

g) Undurchsichtige metallische Kalke und Erden werden durchs Schmelzen durchsichtiger.

h) Gewisse Steine saugen Wasser ein, in dem sie liegen, und werden durchsichtig.

Aus allen diesen Erscheinungen sieht man nunmehr deutlich, daß gleichartige Körper d. h. solche, von denen selbst die kleinste Theilchen alle einander ähnlich, vorzüglich gleichdicht sind, einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit haben, und daß diese ihre Durchsichtigkeit wieder verlieren, wenn sich mit ihren Theilen andere ungleichdichte, oder ungleichartige vermengen. Z. B. wenn bey dem Wasser, oder Glastheilchen zu viele zerstreute Lufttheilchen liegen, u. d. gl.; wovon wohl kein anderer Grund seyn mag, als daß in den ungleichartigen Körpern, wenn gleich jedes einzelne Theilchen durchsichtig ist, das Licht beständig gebrochen werde, indem es aus einem Theilchen in das andere übergeht weil immer ein lockeres Theilchen neben einem dichtern liegt. Bey jeder Brechung wird es geschwächt, und daher muß es in ihrer Fortpflanzung nach und

nach völlig gehindert, und die ganze Materie entweder trübe, oder zu letzt undurchsichtig werden. Da hingegen bey dem Durchgange zwischen gleichartigen Theilchen keine so vielfältige Brechung, mithin auch keine solche Schwächung des Lichts statt findet, folglich die Lichttheilchen ungehindert die Zwischenräume durchlaufen können.

§. 170.

Unser Sehen mittelst des freyen Auges.

Vermittelst des so bewunderungswürdig eingerichteten Werkzeuges, das wir Aug nennen, erhalten wir diejenige Empfindung, die wir mit dem Namen Sehen zu belegen pflegen. Um aber zu wissen, was es mit dem Sehen der Gegenstände für eine Beschaffenheit habe, werde ich in den Vorlesungen ein natürliches Ochsenaug, daß eben dem Menschenauge in seiner Bauart, oder Structur ganz nahe kömmt, so, wie auch das künstliche Menschenaug in alle jene Bestandtheile, die zum klaren, und deutlichen Sehen mit vereinten Kräften beytragen, zerlegen. Um uns von der Erzeugung der Empfindung des Sehens einen richtigern Begriff machen zu können, bahnt uns die Aehnlichkeit des Auges mit dem versinsterten Zimmer einen ganz wandelbaren Weg.

Versuch. Taf. VIII. Fig. 8.

Läßt man in den Fensterladen D E eines versinsterten Zimmers ein kleines Loch O bohren, und in dieses Loch eine erhabene Linse setzen, so werden leuchtende, oder gut erleuchtete Gegenstände z. B. A B C geradelinichte Lichtstrahlenkegel, die aus jedem

dem Punkte A B C als ihren Spitzen nach allen möglichen Richtungen ausströmen, auf die convexe Linse als ihre Basis fallen, beym Durchgehen sich in selber brechen, und gebrochen auf der gegenüberstehenden weißen Wande die Spitze eines Strahlkegels bilden, und an eben dem Punkte das verkehrte Bild der auf der Gasse vorübergehenden Menschen, oder anderer erleuchteter Gegenstände abmahlen. Auf die nemliche Art bilden die geradelinichten Lichtstrahlen die aus jedem Punkte des sichtbaren Gegenstandes ausfahren, und von der Pupille des Auges aufgefangen werden, Strahlenkegel, derer Spitze der sichtbare Punkt des Gegenstandes, und derer Grundfläche die vordere Fläche der Hornhaut ist. Von diesem ganzen Strahlenkegel bringt nur der Theil die Empfindung des Sehens hervor, welcher auf die Pupille trifft. Beym Durchgange dieses Strahlenkegels durch die Hornhaut und durch die wässerichte Feuchtigkeit vor und hinter der Pupille leidet er die ersten zwo Brechungen; auf der vordern Fläche der krystallenen Feuchtigkeit, die ihrer biconvexen Gestalt wegen die Lichtstrahlen wie eine erhabene Linse bricht (§. 159.), werden die Lichtstrahlen zum drittenmal, und stärksten, endlich in der gläsernen Feuchtigkeit zum viertenmal gebrochen. Die bey dem Eingange ins Auge aus jedem sichtbaren Punkte des Gegenstandes divergirenden Lichtstrahlen werden durch diese vier Brechungen convergirend, und machen, wenn das Aug die gewöhnliche Einrichtung hat, und das Object nicht zu entfernt,

fernt, oder dem Auge nicht zu nahe liegt, auf der Netzhaut eben so viele abgebildete Vereinigungspunkte, die uns alle zusammen vom ganzen Objecte ein verkehrt stehendes, deutliches Bild machen; und weil dieses Netzhäutchen aus Nervenfäden besteht, so ist sie nicht nur für diese Vereinigungspunkte fühlbar, sondern pflanzt auch die Empfindung durch die Sehnerven bis zum Gehirne fort. Ueberdieß ist auch zwar unfehlbar die Aderhaut als ein schwarzer Grund unter der weißen, dünnen Netzhaut, so wie schwarzes Papier hinter einer Glasfläche eine Spiegelfläche bildet, nothwendig, wenn diese vom Lichte gehörig gerührt werden soll, ohne daß man deßhalb jene als den eigentlichen Sitz des Gesichtes ansehen darf. Es ist daher die Abbildung der Gegenstände, oder die Wiedervereinigung der zu einem Strahlkegel gehörigen Strahlen auf der Netzhaut mit der deutlichen Empfindung des Sehens sehr enge verbunden. Auf welche Art aber die Vorstellungen der Seele mit der Abbildung eines Gegenstandes auf der Netzhaut verbunden seyn können, ist uns unbekannt, und wird es aus Mangel der Erfahrungen wohl immer bleiben. Daß das Bild als Bild die Empfindung des Sehens bewirke, ist nicht einmal möglich, da es nichts körperliches, sondern Phantom ist. Stellt man sich vor, als betrachte die Seele das Bild auf der Netzhaut, so muß man der Seele ein zweytes Aug geben.

* Die Beantwortung der Fragen: 1) Warum wir die Gegenstände, die doch im Auge ein verkehrtes

tes Bild machen, aufrecht sehen? 2) Warum wir bey dem zweyfachen Bilde in den zweyen Augen den Gegenstand nur einmal sehen? hat viele Naturforscher beschäftigt; vermuthlich haben sie bey der ersten Frage nicht daran gedacht, daß Verkehrtseyn zum Voraus setze, daß der verkehrte Gegenstand isolirt sey; da nun aber alle beysammenstehende Gegenstände, die in uns zugleich die Empfindung des Sehens hervorbringen, in umgekehrter Lage im Auge abgebildet werden, so beziehen wir die Bilder zu den Bildern, uud diese haben ja gegeneinander eben dasselbe räumliche Verhältniß als die Gegenstände, mithin stellen sie nicht Menschen auf ihren Köpfen stehend vor, sondern auf ihren Füssen, also auch nicht verkehrt. Die Beantwortung der zweyten Frage hat gar keine Schwierigkeit, denn, wenn schon von einem und dem nemlichen Punkte zween Strahlkegel nach den beyden Augen gehen, so setzen wir doch den Punkt nur dahin, wohin die Spitze des verlängerten Lichtkegels treffen muß, und diese Spitze ist ja beyden Strahlenkegeln gemeinschäftlich. es muß also auch der Punkt durch beyde Augen gesehen nur einfach erscheinen, gleichwie der Schall nur einfach vernommen wird, obwohl auf jedes Ohr ein Schallstrahlenkegel auffällt, und in beyden Gehörnerven die Empfindung eines Schalles erregt.

§. 171.

Unser Urtheil über gesehene Dinge überhaupt.

Mit dem Urtheile unserer Seele über gesehene Dinge aus Empfindungen vermengen sich weit mehrere

rere Umstände, als mit dem Urtheile aus den Empfinden anderer Sinne. Unvermerkt verbinden wir von Jugend auf das Gefühl mit dem Gesichte; schon als Kinder strecken wir entweder die Hände nach den Sachen aus, die wir sehen, oder wir gehen zu ihnen hin, wir sehen alles auffer uns, weil uns das Gefühl gelehret hat, daß kein Punkt, den wir deutlich sehen, unser Aug berühre. Diese unmerkliche Verbindung beyder Sinne macht, daß wir oft dem Sinne des Gesichtes allein etwas zuschreiben, was bloß eine Folge der Vereinigung beyder ist. So z. B. beweisen die Beobachtungen über Blindgebohrne, welchen, nachdem sie zum Sehen gebracht worden, verschieden entfernte Gegenstände gleich nahe und dicht zu seyn schienen, als sie endlich nach und nach am Bande des Gefühles geleitet nach längerer Uebung aus dem Gesehenen über die wahre Lage, Größe, und Gestalt sowohl, als über Entfernung der Dinge richtiger schlieffen lernten. Aus dieser Uebung haben wir die Fertigkeit von uns nahen Gegenständen in Rücksicht der vorigen Umstände richtige Urtheile zu fällen. Weil aber auch dieß Urtheil mit dem Gesichte selbst ohne unser Bewußtseyn so enge in Verbindung steht, so läßt es nicht selten, daß wir etwas zu sehen glauben, was wir bloß aus dem Gesehenen schließen, und wir schließen manchmal falsch, ob wir gleich richtig sehen.

§. 172.

§. 172.

Unser Urtheil über die Größe sichtbarer Gegenstände.

Wenn wir von den äussersten Punkten einer geraden Linie A B nach dem Mittelpunkt der Pupille des Auges D ziehen, so verwandelt sich die Lichtpyramide, welche unser Aug sonst von sichtbaren Körpern erhält, in ein Dreyeck A D B, und der Winkel A D B heißt in dem Falle der Sehewinkel. Weil aber jeder sichtbare Gegenstand eine gewisse Höhe, Breite, Dicke, Entfernung der Theile u. s. w. hat, so können wir uns in jedem der Höhe, Breite, und Dicke nach gewisse gerade Linien denken, die wir unter gewissen Winkeln sehen. Nach der Größe des Sehewinkels, oder vielmehr nach der Größe der Bewegung, die unser Aug machen muß, wenn es den ganzen Gegenstand fassen, oder von allen seinen Theilen ein deutliches Bild erhalten will, pflegen wir die scheinbare Größe des Gegenstandes zu schätzen. — Die größe des Sehewinkels hängt aber sowohl von der wahren Größe des Gegenstandes, als auch von der Entfernung desselben von unserm Auge ab. Mit der wahren Größe der Gegenstände bey gleichen Entfernungen wächst die Größe des Sehewinkels. Je weiter sich ein Gegenstand von uns entfernt, um desto kleiner werden seine Sehewinkel. Den Gegenstand A B sehen wir in der Entfernung B D unter dem Winkel A D B, und in der Entfernung H D nur unter dem Winkel G H D. Durchschneidet nun die gerade Linie G D den Gegenstand A B in J, so erscheint uns G H mit dem Theile B J unter eis-

Taf. VIII. Fig. 9.

nerley

nerley Winkel, und wir halten deßwegen den Gegenstand G H für eben so klein, als J B, mithin für viel kleiner, als A B, oder als er wirklich ist, wenn wir aus Irrthume glauben, daß er uns eben so nahe steht, als A B. Aendert der Sehewinkel im Auge seinen Standpunkt, so schliessen wir auf Bewegung oder des Gegenstandes selbst, oder auf die Bewegung des Auges. Wird der Sehewinkel mit der Entfernung eines erleuchteten Gegenstandes so klein, daß A B nicht mehr empfunden werden kann, so verschwindet selber ganz aus unserm Auge.

Wir sehen daher, daß Gegenstände von einerley wahrer Größe, wenn der Sehewinkel verschieden, uns ungleich groß, und im Gegentheile Gegenstände von verschiedener wahrer Größe bey der nemlichen Größe des Sehewinkels gleich groß vorkommen; folglich können wir aus der Größe des Sehewinkels allein zwar auf die scheinbare Größe der Gegenstände, keinesweges aber aus dieser auf ihre wahre Größe schliessen, wenn wir die Entfernung nicht bestimmt kennen, in der sie vor unserm Auge sind; und erst dann, wenn wir in der Schätzung der Entfernung der Gegenstände nicht irren, so ist unser Urtheil über ihre reele Größe richtig. Daher sind wir schon aus Erfahrung dazu gewöhnt, daß wir die scheinbare Größe allezeit mit der Entfernung vergleichen, um über ihre wahre Größe urtheilen zu können. Halten wir die Sache für weit, und müssen wir dennoch, um sie mit den Augen ganz

zu durchlaufen, diese stark bewegen, so beurtheilen wir sie beträchtlich groß, im Gegentheil aber klein. Zween Menschen von gleicher wahrer Größe, deren einer 20 Schritte, der andere 40 Schritte von uns entfernt steht, beurtheilen wir auch in beyden Weiten gleich groß, wenn wir wissen, daß die eine Weite noch einmal so groß, als die andere; obwohl der Sehewinkel des entfernten kleiner als jener des andern ist. Hingegen halten wir in unserm Urtheile ein nahes Kind für kleiner, als einen weitentfernten Mann, wenn auch der Sehewinkel des Kindes grösser ist, als jener des Mannes, nachdem uns einmal bekannt ist, daß der Mann um viel weiter, als das Kind von uns entfernt ist.

Ausser dem pflegen wir auch noch die wahre Größe der sichtbaren Objecte aus der stärkern, oder schwächern Erleuchtung derselben, und aus der Entfernung der zwischen Ihnen, und unsern Augen, oder danebenstehenden andern Objecten, derer wahre Größe wir kennen, zu beurtheilen.

* Aus allem dem wird erklärbar

a) Warum uns lange Alleen, Tabellaten am Ende in eine Spitze zuzulaufen scheinen.

b) Wie uns Sonn und Mond gleich groß scheinen können, obwohl ihre wahre Größe sehr verschieden ist.

c) Warum uns die hinter Bergen, oder hinter Bäumen aufgehende Sonne größer scheint, als wenn sie höher am Horizont steht.

§. 173.

Unsere Urtheile über die Entfernung der Dinge von uns, fällen wir keineswegs aus den Empfindungen des Gesichtes allein, sondern wir üben uns schon von unserer Kindheit auf die Empfindungen des Gefühls mit denen des Auges aufs innigste und genaueste zu verbinden (§. 165.) Merkmale zu sammeln, und erhalten dadurch eine Fertigkeit (Augenmaaß) aus den gesammelten Merkmalen über die Entfernungen sichtbarer Dinge von uns, wie über ihre Größe (§. vorg.) zu urtheilen. Die vorzüglichsten Merkmale, woraus wir die Entfernung der Dinge von uns zu schätzen pflegen, sind wohl diese: Erstens lehrt uns die beständige Erfahrung, daß der Grund, worauf wir stehen, wenn er horizontal ist, sich nach und nach zu erheben scheint, je weiter er sich von uns entfernt. Wenn also auf diesem Grunde Sachen stehen, oder liegen, so können wir aus der Bewegung unserer Augen über ihre Entfernung urtheilen; denn, wie wir das Auge von unserm Standpunkte nach und nach auf die untersten Theile dieser Gegenstände richten, müssen wir es allmählig immer mehr erheben, und jemehr wir genöthiget sind dieses zu thun, je mehrere Dinge wir erblicken, die sich hintereinander von unserm Standpunkte an bis zum letzten Gegenstande erheben, um desto weiter ist dieser von uns entfernt. Auf diese Art können wir die Entfernung naher Sachen von uns desto leichter beurtheilen, da wir fast beständig eine Menge derselben erblicken, die sich hintereinander

Unsere Urtheile über die Entfernung sichtbarer Gegenstände.

ander immer mehr erheben. Indessen irren wir auch zuweilen, wenn wir einen Boden für horizontal halten, der es wirklich nicht ist. So scheint uns eine Reihe von Bäumen auf einem langsam aufsteigenden Grunde, wenn wir ihn für horizontal halten, länger zu seyn, als sie wirklich ist. Bey sehr entfernten Dingen ist dieß überhaupt nicht brauchbar, weil sich diese zuletzt gar nicht weiter merklich übereinander erheben, wenn gleich ihre Entfernung von uns sehr verschieden ist.

Das zweyte Merkmal, woraus wir die Entfernungen nicht nur naher, sondern auch weiterer Gegenstände beurtheilen, ist die **Verschiedenheit in der Menge ihrer sichtbaren Theile, in der Deutlichkeit ihrer Farben, und in der Schärfe ihres Umrisses**; denn an einem Menschen, der nahe vor uns steht, unterscheiden wir die kleinsten Fleckchen der Haut, die feinsten Schattirungen des Gesichtes, und der Augen, jeden Zug des Mundes u. s. w. und auf eine ähnliche Art fallen uns an jedem andern sehr nahen Körper auch seine kleinsten Theilchen in die Augen. Je weiter wir uns aber von ihm entfernen, um desto mehr verschwinden diese Theilchen unserm Gesichte, theils weil ihre Sehewinkel immer mehr vermindert, theils weil ihr Licht durch die Atmosphäre immer mehr geschwächt wird; alles fließet je weiter je mehr ineinander, die Umrisse werden gleichförmiger, und weniger unterbrochen, die Schatten immer weniger scharf, eckigte Gegenstände

stände abgerundet, und die Farben immer einförmiger, und weniger lebhaft, bis sich endlich in grosser Entfernung die blaue Farbe der Atmosphäre (§. 1.) mit der eigenthümlichen Farbe der Dinge immerzu mehr und mehr vermischt, Dämpfe, und Nebel der Atmosphäre, worin wir die Gegenstände sehen, ihre Helligkeit, und Klarheit rauben, und da diese Undeutlichkeit mit der Entfernung sehr merklich zunimmt, so setzt sie uns bey den vielen Gegenständen, die wir fast beständig zugleich sehen, in den Stand von ihrer grössern, oder geringern Weite sogleich ein Urtheil zu fällen.

Ein drittes Merkmal, woraus wir erkennen, daß ein Gegenstand weiter von uns entfernt ist, als der andere, finden wir darinn, wenn jener diesen bedeckt. Daß aber einer den andern bedecke, erkennen wir sehr leicht, entweder durch die Bewegung der Gegenstände selbst, oder durch die Bewegung unserer Augen.

Viertens endlich können wir bey weit entfernten Gegenständen die Entfernungen aus dem Winkel, den die beyden Augenachsen miteinander, und aus der Vergleichung der bekannten wahren Grösse derselben mit der scheinbaren, in der wir sie wahrnehmen, schätzen.

* Aus allem dem läßt nun die Erklärung ganz natürlich

a) Warum uns auf dem Felde die Kornähren, welche weiter entfernt sind, dichter zu stehen scheinen, als die nähern.

b) Warum

b) Warum die Wolken, selbst die Sterne am Horizont viel weiter von uns entfernt scheinen, als wenn sie eine ansehnliche Höhe am Himmel haben.

c) Warum uns bey neblichter Luft, oder beym Mondscheine auch nahe Gegenstände oft weit zu seyn scheinen, u. d. gl. m.

d) Daß aber verschieden entfernte Gegenstände sich insgesammt auf der Netzhaut eines gesunden Auges deutlich abmahlen, und auf diese Art unsere Seele von selben einen deutlichen Abriß erhalte, würde wohl nicht möglich seyn, wenn unser Aug nicht das Vermögen hätte, seine Einrichtung so zu ändern, daß bey mehr entfernten Gegenständen sich die Krystallinse dem Boden des Auges, oder die Netzhaut der Krystallinse nähere, oder daß die Convexität der Krystallinse durch eine Art der Zusammenziehung in ihrer Dicke vermindert werde, und bey nahen Gegenständen das Entgegengesetzte geschehe, um die Strahlen später, oder früher zu brechen, und dadurch die Spitze des Strahlenkegels, oder das Bild verschieden weiter Gegenstände auf die Netzhaut zu bringen. — Doch hat auch dieses Vermögen die Einrichtung des Auges so nach Belieben zu verändern, um ungleichweite Gegenstände zu sehen, ihre Gränzen, mithin auch jedes gesunde Aug eine bestimmte Weite, in welcher es am deutlichsten sieht, und die sich gewöhnlich auf 8 bis 10 Zoll erstreckt.

§. 174.

Das Sehen mittelst des bewaffneten Auges.

Die Hornhaut, und Krystallinse verhält sich so, wie alle andern Linsen (§. 159.); für weite Gegenstände macht sie die deutlichen Bilder in einer kleinern Entfernung hinter sich, als für nahe, und dieß zwar um so mehr, je erhabener diese Hornhaut, und Krystallinse sind. Wenn also der Abstand der Hornhaut, und der Krystallinse von der Netzhaut, oder ihre Convexität zu groß, so treffen die Spitzen der Strahlenkegel, die von 10 bis 16 Zoll weit entfernten Gegenständen ins Aug kommen, schon vor der Netzhaut zusammen, sie können daher von entfernten Gegenständen auf dieser kein deutliches Bild machen, folglich sieht auch so ein Aug entferntere Gegenstände immer undeutlich, wenn es schon die 4 bis 6 Zoll nahen deutlich sehen kann. Leute, derer Augen diesen Fehler haben, heißt man deßwegen Kurzsichtige, Miopen. Weil nun die Hohlgläser wahre Zerstreuungsgläser sind, (§. 162.) so müssen die Lichtstrahlen, welche von entfernten Gegenständen auf so ein Hohlglas auffallen, ehe sie zum Aug des Kurzsichtigen kommen, nach der Brechung noch mehr divergent werden, und da mehr divergente Strahlen hinter der Convexlinse später gebrochen werden (§. 159.) so kann das Bild des Gegenstandes, welches im freyen Auge des Kurzsichtigen zu frühe, mithin vor der Netzhaut eintrifft, in eben dem mit einem Hohlglase bewaffneten Auge etwas späters, und folglich noch auf die Netzhaut hingeworfen werden, daß also auf diese Art

Eines Kurzsichtigen.

auch

auch der Kurzsichtige mittelst concaver Brillen entferntere Gegenstände ebenfalls deutlich sehen kann.

Eines Weitsichtigen.

Wenn hingegen der Abstand der Hornhaut, und Krystallinse von der Netzhaut zu klein, oder ihre Convexität zu flach ist, so treffen die Spitzen der Strahlenkegel, die von ungefähr 12 Zoll, oder noch nähern Gegenständen ins Aug kommen, zu spät zusammen, und bilden so einen nahen Gegenstand erst hinter der Netzhaut ab, folglich sieht so ein Aug die näher als höchstens 12 Zoll liegenden Gegenstände immer nur undeutlich, wenn es schon die weiter entfernten deutlich sehen kann. Leute, deren Augen diesen entgegengesetzten Fehler haben, heißen deßwegen **Weitsichtige**, oder **Presbyten**.

Da nun die erhabenen Linsen wahre Collectirgläser sind (§. 159.) so müssen die Lichtstrahlen, die aus nahen Gegenständen auf selbe zu divergirend auffallen, ehe sie zum Aug des weitsichtigen kommen, nach der Brechung weniger divergent werden, folglich auch früher hinter der Kristallinse zusammentreffen, als dieß ohne erhabener Linse geschehen könnte. Auf diese Art können die Bilder der nahen Gegenstände mittelst erhabener Brillen wieder auf die Netzhaut des weitsichtigen zurückgebracht werden, mithin auch nahe Gegenstände deutlich davon gesehen werden.

§. 175.

Das Sehen durch Mikroskopen.

Sieht man durch erhabene Linsen Gegenstände, die sich in ihrem Brennpunkte befinden, so kommen von solchen parallele Strahlen in das Aug, eben so, als wenn sie von einem weitentfernten Gegenstande kämen; das Auge sieht dadurch den sehr genäherten Gegenstand deutlich, und seiner Nähe wegen unter einem grössern Sehewinkel, folglich um desto grösser. Daher vergrössern alle erhabenen Linsen nahe Gegenstände, und dieß um mehr, je erhabener die Linsen sind, d. i. je kürzer ihre Brennweite, oder je geringer der Halbmesser der Kugel ist, wovon die Fläche der Linse ein Abschnitt ist, weil in diesem Falle auch der im Brennpunkt existirende Gegenstand dem Auge näher kömmt, folglich unter einem desto grössern Sehewinkel erscheint. Deßwegen werden auch alle erhabenen Linsen überhaupt Vergrösserungsgläser genennt. Da wir also sehr kleine Gegenstände, des kleinen Sehewinkelswegen, auch in der gewöhnlichen zum deutlichen Sehen erfoderlichen Weite, die man für die meisten Augen zu 8 Zoll annimmt, nicht deutlich sehen können, und durch das Näherbringen derselben ihr Bild ausser der Netzhaut fällt, mithin wieder verwirret, und undeutlich bleibt; so kann man die erhabenen Linsen dazu gebrauchen, um durch selbe ganz kleine, und nahe Gegenstände dem Auge noch näher, als in der gewöhnlichen Entfernung, zu bringen mithin zu vergrößern, und dabey doch deutlich sehen zu können. So eine besonders dazu eingerichtete erhabene

Linse

Linse heißt ein einfaches Vergrößerungsglas, oder Mikroskop. Man bedient sich daher in dieser Absicht, um sehr kleine Objecte desto mehr zu vergrößern, sehr kleiner, sehr erhabener Linsen, sehr kleiner Glaskugeln, die mittelst eines Lichts aus dünnen Glasfaden gebildet werden, auch mit Wasser gefüllter Glaskugeln, an deren Brennpunkte man die zu betrachtenden kleinen Gegenstände setzt, als Vergrößerungsgläser. Dieß einfache Miskroskop hat aber die Unbequemlichkeit, daß das Aug, und der Gegenstand sehr nahe ans Glas, also auch aneinander gebracht werden müssen, daß es daher auch sehr schwer ist, den letztern hinlänglich zu erleuchten. Deßhalb hat man die aus mehreren erhabenen Gläsern, vorzüglich aus 3 erhabenen Linsen zusammengesetzten Mikroskopen erfunden.

* Versuche mit einfachen, und zusammengesetzten Mikroskopen verschiedener Art mit, und ohne Erleuchtungs-Spiegel, mit dem Sonnenmikroskop, und der Zauberlaterne, ihr innerer Bau, und Einrichtung werden in den öffentlichen Vorlesungen darüber mehr Erläuterung geben, als alle schriftlichen Erklärungen, und Zeichnungen.

§. 176.

Das Sehen durch Fernröhren.

Werkzeuge, die aus einer, oder mehrern Röhren, worin 2 oder auch mehrere Linsen untereinander, oder auch mit Spiegeln in Verbindung stehen, und dazu dienen, um entfernte Gegenstände, die man durchs bloße Gesicht nicht deutlich wahrnehmen

kann,

kann, klar, und deutlich sehen zu können, heißen Fernrohre, die man in zwey Gattungen einzutheilen pflegt, nämlich in die dioptrische, und katadioptrische; jene bestehen aus verschiedenen Glaslinsen, welche in einer Röhre, die innerlich mit einer schwarzen Farbe überzogen, einander näher, oder weiter auseinander gebracht werden können, wovon das dem zu betrachtenden Gegenstande zum nächsten liegende das Objectiv- oder Vorderglas; die aber dem Auge zugerichtet sind, Augen- oder Okulargläser heißen; diese sind aus Linsen, und Spiegel verschiedener Art zusammengesetzt.

§. 177.

Durch Dioptrische.

Zu den dioptrischen Fernröhren gehören

a) Daß holländische, oder galiläische Fernrohr, das gemeiniglich als Taschenperspectiv gebraucht wird. Es hat ein erhabenes Objectiv, und ein hohles Okularglas; letzteres hat eine viel kleinere Brennweite als ersteres, befindet sich zwischen dem Objectiv, und dessen Brennpunkte, und ist von diesem um seine eigene Brennweite entfernt.

b) Das astronomische Fernrohr, das zuerst von den großen deutschen Sternkundiger Kepler 1611 angegeben, obgleich nicht ausgeführt worden, aus einem erhabenen Objectiv von großer Brennweite, und aus einem erhabenen Okular besteht, durch welches man das im Brennpunkte des Objectivs umgekehrte kleine Bild als durch ein Mikroskop betrachtet.

trachtet. Es hat ein groſses Gesichtfeld, viele Deutlichkeit, läßt eine starke Vergrößerung zu, ist aber für irdische Beobachtungen unbrauchbar, weil es alle die Gegenstände umgekehrt darstellt, welches aber in Ansehung der Gestirne kein Fehler ist.

c) Das Erdrohr, welches vier, auch wohl fünf, und mehrere erhabene Gläser hat. Das Objectiv macht in seinem Brennpunkte ein Bild, dessen Strahlen die zweyte Linse parallel auf die dritte Linse wirft, als wenn sie von einem sehr weitentlegenen Gegenstande kömmen. Die dritte Linse macht also in ihrem Brennpunkte wieder ein wirkliches Bild, welches man durch die vierte Linse, oder das Okular als durch ein Mikroskop betrachtet. Das erste Bild ist in Ansehung des Gegenstandes, und das zweyte in Ansehung des ersten Bildes verkehrt; also ist das letztere, welches uns die Gegenstände zeigt, so wie diese aufrecht. Es ist also bey irdischen Gegenständen weit bequemer, als das astronomische, aber der vielen Gläser wegen nicht so hell, wie dieses; doch hat es ein größeres Gesichtsfeld, als das holländische.

* Ausser der Unvollkommenheit, welche diese Fernröhren durch die Abweichungen der Strahlen wegen der Gestalt der Linsen erhalten (§. 159.) besitzen sie eine noch weit beträchtlichere, die daher kömmt, weil sie nemlich die Lichtstrahlen durch die Brechung in der Linse in Farben theilen, und folglich das Bild des Objects mit farbigten Rändern,

und

und also undeutlich darstellen. Beyde Abweichungen sind um desto grösser, je stärker die Linsen gekrümmt sind, daher giebt man den Linsen, vorzuglich dem Objectiv, kleinere Krümmungen, oder lange Brennweiten, und bedeckt ihre Rände noch ausserdem mit undurchsichtigen Blendungen. Allein die Undeutlichkeit, die vorzüglich von der Abweichung wegen der Farbenzerstreuung herrührt, ist dadurch noch nicht ganz gehoben worden, bis endlich Dollond ein geschickter englischer Künstler

d) Das achromatische, oder farbenlose Fernrohr, das man auch von seinem Erfinder her, dollondisches Fernrohr zu nennen pflegt, erfunden hat. Die wesentliche Einrichtung dieser achromatischen Fernröhre ist diese: Anfangs hatten sie ein Objectiv aus zwoen in einen messingenen Ring zusammengekütteten Linsen, nemlich einer convexen von Crownglas, und aus einem concaven Flintglas: Dieses ist sehr weiß und hell, zerstreut die Farben viel stärker, als jenes, das grünlicht ist, ungeachtet sie beyde das Licht beynahe gleich stark brechen; woraus erhellt, daß die Farbenzerstreuung keineswegs von der Stärke der Brechung abhänge, wie Newton folgerte. Drey Jahre nachher fieng Dolland an, seine Objecte aus drey Linsen, nemlich aus zwey convexen Linsen vom Crownglas, und einer dazwischen liegenden biconcaven aus Flintglas, oder englischen Kristallglas zusammenzusetzen, und machte sie dadurch noch viel vollkommener. Diese

Objective

Objective von zwey, und noch mehr von drey solchen Linsen machen eine weit stärkere Vergrößerung, als die einfachen, brauchen eine viel kurzere Brennweite, vertragen größere Oeffnungen, und stellen daher die Gegenstände ohne bunte Ränder, und falsche Farben sehr deutlich dar. Denn da das erhabene Crownglas bey einer stärkern Brechung der Strahlen die Farben eben so stark zerstreuet, als das hohle Flintglas bey einer kleinern Brechung, und da die beyden Farbenzerstreuungen in zwey Gläser, wovon eines erhaben, und das andere hohlgeschliffen ist, nach eutgegengesetzten Seiten vor sich gehen, so müssen sie sich auch nothwendig als gleiche, und entgegengesetzte Größen einander aufheben, und dadurch die Gegenstände ohne gefärbte Ränder erscheinen. — Die Bilder unsers Auges sind gewöhnlich ohne alle farbige Ränder, es ist also auch sehr wahrscheinlich, daß die verschiedenen Feuchtigkeiten des Auges nicht vergebens, sondern in eben der Absicht beyeinander geordnet sind, um die Farbenzerstreuung zu verhindern.

§. 178.

Durch katadioptrische.

Die Hohlspiegel machen von entfernten Gegenständen in ihren Brennpunkten eben so gut verkehrte wirkliche Bilder (§. 148.) wie die erhabenen Linsen. (§. 161.) Man kann sich also ihrer in Fernröhren anstatt der Objective bedienen, und sie haben vor den Gläsern noch den Vorzug, daß bey ihnen keine Abweichung wegen der Farbenzerstreuung

statt finde, weil das Licht durch die Zurückwerfung nie in Farben getheilt wird. Daher kann man den Hohlspiegeln in Fernröhren, wo sie die Stelle der Objective vertretten, eine viel größere Fläche geben, als den Objectiven in gemeinen Fernröhren. Jene vergrößern also auch, wenn sie gleich viel kürzer sind, und stellen und von sehr entfernten Gegenständen deutliche, und farbenlose Bilder vor. Man nennt dergleichen katadioptrische Fernröhre mit Hohlspiegeln Siegeltelescope, oder auch schlechtweg Telescope.

a) Die erste Art solcher Telescopen nemlich das Newtonsche Spiegeltelescope besteht aus einer weiten, inwendig geschwärzten, an einem Ende verschlossenen und am andern offenen Röhre; das offene Ende ist nach dem Gegenstande zugerichtet; an dem verschlossenen Ende ist inwendig ein Hohlspiegel gebracht, dessen Achse mit der Achse der Röhre zusammenfällt, und der, wenn das Telescop horizontal liegt, in seinem Brennpunkte ein vertikales verkehrtes Bild von einem sehr entfernten Gegenstande macht. Die reflectirten Stralen dieses Bildes werden mit einem kleinen, unter einem Winkel von 45° geneigten, inwendig in der Röhre befestigten, metallenen Planspiegel aufgefangen, noch ehe sie im Brennpunkte zusammentreffen; von da aus werden sie unter gleichem Reflexionswinkel nach dem zur Seite befindlichen Okulare geworfen, in dessen Brennpunkte sie sich vereinigen, und ein Bild machen, das man durch das erhabene Okular wie

durch

durch ein Mikroskop so vielmal vergrößert sehen kann, als die Brennweite des Okulärs in der des Hohlspiegels enthalten ist. Um aber das Newtonsche Teleskop nach einer beliebigen Gegend leichter richten zu können, ist oben auf ihm ein kleines gemeines Fernrohr befestiget, welches der Sucher genennt wird, und dessen Achse mit der Achse des Teleskops aufs genaueste parallel ist; daher erscheint derselbe entfernte Gegenstand, auf welchen ich den Sucher richte, mitten im Teleskope.

b) Die zweyte Art der Teleskopen, oder das gregorsche Spiegelteleskop unterscheidet sich vom Newtonischen darin, daß der hintere grosse Hohlspiegel in der Mitte durchbohrt ist; die von demselben convergirend zurückgeworfenen Strahlen werden von einem viel kleinern Hohlspiegel, der in einer der Summe der Brennweiten beyder Spiegel gleichen Entfernung in der Achse der Röhre dem Loche des größeren Spiegels gerade gegenüber befestiget steht, aufgefangen, und als parallele durch die Oeffnung des größern Spiegels nach dem ersten erhabenen Okular zugeworfen, durch welches das umgekehrte Bild des Gegenstandes wieder aufrecht gebracht, und durch das zweyte Okular in dieser Stellung vergrößert gesehen wird, wodurch es zur Betrachtung irdischer Gegenstände bequemer wird, als das Newtonsche, das uns die Objecte umgekehrt darstellt. Allein zu den Beobachtungen des Himmels ist das Newtonsche Teleskope dem gregorischen vorzuziehen,

hen, weil bey diesem der beste, und mittelste Theil des grossen Objectivspiegels weggeschnitten ist, welcher das meiste zur Vollkommenheit, und Deutlichkeit des Bildes beyträgt. Selbst auch der Umstand, daß man in das newtonsche Teleskop zur Seite hineinsehen muß, ist bey seinem Gebrauche sehr vortheilhaft, weil man immer in dasselbe gerade, und horizontal vor sich sieht, wenn gleich ein Stern im Zenith steht, anstatt daß man bey allen übrigen Fernröhren mit großer Unbequemlichkeit von unten hinauf sehen muß, wenn man hohe Sterne betrachten will.

c) Die dritte Art dieser katadioptrischer Spiegelteleskopen ist das cassegrainsche, das dem gregorschen ganz ähnlich, nur wollte Cassegrain, daß der kleinere Spiegel erhabner seyn sollte, welches aber weniger Beyfall gefunden hat.

d) Niemand hat um die Teleskope so viele Verdienste, als der noch itzt in Engelland lebende große Sternkundiger Herr Herschel, auf welchen Deutschland mit Recht stolz seyn kann. Er hat das newtonsche Teleskop, welches man fast ganz vergessen hat, zu den vollkommensten Werkzeug in seiner Art gemacht, und verdient nur mit allem Rechte das herschliche Spiegelteleskop genennt zu werden. Er gab seinen Hohlspiegeln eine parabolische Krümmung, aus den Grundsätzen der höheren Geometrie überzeugt, daß bey einer solchen Krümmung die Abweichung wegen der Gestalt fast gänzlich wegfällt

welche

welche bey einer kugelförmigen Krümmung der Spiegel nicht vermieden werden kann. (§. 143.) Sein Teleskop hat 40 Schuhe Länge, und gegen 5 Schuhe im Durchmesser, der große parabolische Hohlspiegel wiegt 1035 Pfund. Der kleine Spiegel ist dabey ganz weggelassen, und das Okular ist am Rande der Mündung.

* Verschiedene dioptrische sowohl, als katadioptrische Fernröhre werden in den Vorlesungen zerlegt, um von ihren wesentlichen Einrichtungen einen deutlichen Begriff zu geben, nebenbey auch ihr Gebrauch praktisch gezeigt. Hier auch etwas vom **Mikrometer**, dessen Einrichtung und Gebrauche.

Anmerk. So unstreitige Vorzüge auch die Teleskope vor den gemeinen Fernröhren vorzüglich ihrer Kürze, und des farbenlosen Bildes wegen haben, so kann man doch anderer Seits nicht läugnen, daß Linsen sehr viel dauerhafter und leichter sind, und überdieß die Gegenstände heller und lebhafter vorstellen, daß die metallenen Spiegel an der Luft leicht anlaufen, folglich unscheinbar werden, gläserne Spiegel aber der doppelten Bilder wegen, die sie machen, dazu nicht wohl brauchbar sind. Aus diesen Gründen kamen die Siegelteleskope etwas ausser Gebrauch, sobald die achromatischen Fernröhren erfunden wareu.

§. 179.

Einfluß des Lichtstoffes A) auf die Gewächse.

Bisher haben wir den Lichtstoff in seinem freyen Zustande, als ein Mittel, wodurch uns die äussern Gegenstände sichbar werden, für sich allein betrachtet; itzt bleiben uns noch die verschiedenen Eigenschaften, und Wirkungen, die selber in der Verbindung mit andern Stoffen aus allen drey Reichen der Natur hervorbringt, zu durchsuchen übrig, um uns mit seiner Natur etwas näher bekannt zu machen. — Bonnet ein bekannter Naturforscher aus Frankreich bemerkte der erste Veränderungen an den Pflanzen, die er unter Wasser gebracht, und dem Sonnenlichte ausgesetzt hatte. Ingen-Houſz benutzte die Winke der Natur, die Bonnet geahndet, verfolgte sie mit neuen Versuchen, und fand, daß frische, gesunde, grüne, und zum vollkommenen Wuchs gelangte Blätter einer vegetirenden Pflanze, die man vorher abgewaschen, und in einer recht durchsichtigen mit Wasser gefüllten Glocke der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt hat, augenblicklich an allen Punkten ihrer beyden Oberflächen eine Menge Luftbläschen auswerfen, die sich nach und nach ablösen, im Wasser aufsteigen, im obern Theile des Gefäſſes sammeln, und da die reinste Lebensluft geben, und zwar um so mehr, je gröſſer die Intensität des Sonnenlichtes, und die Dauer ihrer Einwirkung war, wenn sonst alle Umstände die nemlichen waren. Zur Nachtszeit hingegen, und im Dunkeln gaben diese Pflanzen auch bey der nemlichen

Tem-

Temperatur keineswegs so eine reine Luft. Aus diesen, und vielen andern Versuchen mit verschiedenen Pflänzenblättern, Blumen, und Früchten, welche Bonnet, Johann Ingen-Houß, Senebier, und andere damit angestellt haben, hat man mit allem Grunde gefolgert:

1) Daß das Sonnenlicht, und nicht die Wärme der Grund der Entwicklung reiner Luft aus den Pflanzen sey.

2) Daß das bloße Licht auf die Stellung, und verschiedene Wendung der Pflanzen auf die grüne Farbe der Blätter, auf die verschiedene Farbe der Blumen und Früchte, und überhaupts auch auf alle Malereyen, Wasser, Oel- und Pastelfarben, auf gefärbte Zeuge, Papier, u. d. gl. einen großen Einfluß habe, der weder der Beraubung der Luft, noch der Einwirkung der Wärme zuzuschreiben ist.

B) Die gemeinen Beobachtungen lehren:

B) Auf die thierischen Körper.

1) Daß die Theile des menschlichen Körpers, welche im Sommer der Sonne frey ausgesetzt sind, sich braun färben, während daß die übrigen ihre Weiße behalten. Dagegen werden die Schnitter, und braunen Feldarbeiter im Winter wieder weiß; gleichwie auch Menschen, welche lange im Bette als Kranke liegen, ganz weiß werden.

2) Daß die Sommersprossen Wirkungen des blossen Lichtes sind.

3) Daß

3) Daß sich gelbes Elfenbein, andere Knochen der Thiere, gelbe Seiden am Sonnenlichte weiß färben. Diese, und viele andere dergleichen Wirkungen vermissen wir ganz, wenn die thierischen Körpertheile bey dem nemlichen Grade der Wärme vor dem Einfluße des Sonnenlichtes verwahret werden.

C) Auf Mineralien.

C) 1) Der mineralische Turbith, der Zinober im Wasser aufgelöst, Wismuth, und andere Mineralien leiden im Sonnenlichte Aenderung ihrer Farben. Nach einiger Beobachtungen ändert auch das Hornsilber beym Sonnenlichte seine Farbe. Im Brennpunkte gesammelt giebt es für sich allein den Silberkalken ihre reguliniſche Gestalt wieder.

2) Der Diamant, der gelbe, und weiße Arsenik saugen der Sonne ausgesetzt Lichtstoff an sich, und leuchten im Finstern.

* Auch diese Wirkungen finden ausser dem Sonnenlichte bey übrigens gleicher Temperatur gar nicht statt; sie sind folglich alle bloß der Einwirkung des Lichtes, und nicht jener der Wärme zuzuschreiben.

D) Auf den Wärmestoff in Körpern.

D) Wenn man einen Brennspiegel, oder ein Linsenglas gegen die Sonne richtet, die Lichtstrahlen damit auffängt, und in dem Brennpunkt versammelt, so entsteht in dem Körper, auf den dieser Strahlenpunkt fällt, eine Hitze, wodurch brennliche Körper z. B. Holze angezunden, ja sogar unter Wasser zu Kohlen gebrannt, Metalle geschmolzen,

und

und verkalkt, Steine verglaſet werden, u. ſ. w. Dergleichen Aenderungen gehen noch deſto geſchwinder, und heftiger vor ſich, je mehrere Strahlen im Brennpunkte verſammelt ſind, die auf den Körper auffallen; ja ſie hängen auch ſogar von der Farbe derſelben ab, indem die ſchwarzen Subſtanzen am geſchwindeſten, die weiſſen Materien aber am ſchwereſten geändert werden. (§. 167.) — — Was geſchieht nun dabey anders, als innigſte, und beynahe augenblickliche Auflöſung der Subſtanzen, auf welche condenſirtes Licht fällt. Die Lichtmaterie, welche wahrſcheinlich für ſich allein nicht warm, und folglich vom Wärmeſtoff unterſchieden iſt *), wirkt als **Auflöſungsmittel**, trennt die Theile des Körpers mit ſeiner ätzenden Kraft, entbindet den darinn liegenden **Wärmeſtoff**, verbindet ſich damit, und zerſtört mit dieſer vereint den Körper.

§. 180.

Etwas von der Natur des Lichtes.

Alle Erfahrungsſätze, vermög welchen der Lichtſtoff uns die ganze Sinnenwelt ſichtbar macht, (§. 133.) durch einige Körper ganz leicht durchſtreicht (§. cit.) von einigen verſchluckt (§. 167.) und von andern wieder zurückgeprällt wird (§. 140.) im

*) Sieh Prof. Placidus Heinrich gekrönte Preisſchrift über das Licht. Prof. Webers Abhandlung über das Feuer. S. 87. Item Epitome inſtitutionum Phyſices &c. P. Maximi Imhof, §. 124.

im Brennpunkte den heftigsten Grad die Hitze erzeugt (§§. 143. 159.) und überhaupts als chemisches Auflösungsmittel auf Pflanzen, Thiere, Mineralien, wie auch auf den Wärmestoff wirkt, und in selben beträchtliche Veränderungen hervorbringt (§. 197.) zeugen scheinbar, daß selber eine höchst feine, ungemein elastische, auflösende, und allwirksame, materielle, aber keineswegs ganz homogene (§. 165.) Substanz sey, und lassen von dem Daseyn so einer besondern Lichtmaterie, die durch ihre Bewegung, oder Anstossen auf unserm Sehwerkzeug die Empfindung des Sehens hervorbringt, wohl keinen Zweifel übrig; nur darin kommen die Naturforscher von jeher nicht überein, ob die Lichtmaterie aus allen leuchtenden Körpern nach allen geradlinichten Richtungen ausströme, oder ob uns so eine Lichtmaterie schon von allen Seiten umgebe, die aber erst durch die Wirkung des leuchtenden Körpers in eine zitternde Bewegung gesetzt, und dadurch geschickt gemacht wird, anf unser Aug die Empfindung des Sehens hervorzubringen, so wie die in zitternde Bewegung gebrachte Luft im Gehörorgane die Empfindung des Hörens erzeugt. Der ersten Meynung, daß nemlich die Lichtmaterie aus den leuchtenden Körpern ausströme, war Newton, und seine Theorie ist unter dem Namen Emanationssystem bekannt. Der zweyten Meynung war Cartesius und nachher mit einigen Abänderungen Huygens, und Euler.

§. 181.

§. 181.

Carteſius hielt dafür, daß der ganze Welt-raum mit Lichtmaterie angefüllt ſey, und ſtellt ſich dieſe als dicht aneinanderliegende Kugeln vor; der leuchtende Körper ſtößt ſeiner Vorſtellung nach an die ihn berührende Kugel, und dieſer Stoß wird durch alle geradlinichten Reihen von Kugeln, die ſich zwiſchen dem Leuchtenden Körper, und dem Auge befinden im Momente, ohne Zeit, bis zum Auge fortgepflanzt, wo er die Empfindung des Sehens hervorbringt. Allein dieſer Theorie läßt ſich mit Grunde entgegen ſagen: Carteſianiſches Syſtem über die Fortpflanzung des Lichtes.

a) Daß die Exiſtenz dieſer Lichtkugeln im ganzen Weltraume ganz nur fingirt, und nicht erwieſen ſey.

b) Daß der mit dieſen Kugeln allenthalben angefüllte Weltraum der Möglichkeit der Bewegung offenbar entgegenſtehe.

c) Daß die Fortpflanzung des Lichtes keineswegs inſtantan ſey.

d) Daß ſich dadurch nicht erklären läßt, warum z. B. das dichtere Glas durchſichtig, das lockere Papier es nicht ſey.

e) Daß nach dieſer Theorie es unaufhörlich Tag ſeyn müſſe, und nirgends Finſterniß ſeyn könnte, indem ſich der Impulſus der Kugelchen nach allen Richtungen ſphäriſch fortpflanzen müßte.

§. 182.

Huygenſches Syſtem.

Huygens ſuchte das carteſianiſche Syſtem dadurch zu verbeſſern, daß er der Materie, die durch ihren Impulſus die Empfindung des Sehens hervorbringt, und der er den Namen Aether geſchöpft, Elaſticität zugeben hat, und die Fortpflanzung des Lichts in derſelben durch wellenförmige Bewegung, oder Wirbel, welche jedes von dem leuchtenden Körper bewegte Theilchen um ſich her erregt, erklärt. Doch läßt auch dieß Syſtem die vorhin wieder das Carteſianiſche angebrachten Schwierigkeiten unaufgelöst.

§. 183.

Eulerſches Syſtem.

Das Huygenſche Syſtem hat Euler in ſeiner ſo berühmt gewordenen Theorie zum Grunde gelegt. Er nimmt an, daß eine höchſt feine flüßige und elaſtiſche Materie, oder der Aether im ganzen Weltraume ausgebreitet liege, die um bereits 4 Millionenmal dünner, und über tauſendmal elaſtiſcher iſt, als die Luft. Der durch die zitternde Bewegung der Theile der Oberflächen leuchtender Körper in ähnliche zitternde Bewegung geſetzte Aether bringt, nach ſeiner Meynung, auf die Augen die Empfindung des Sehens, und der Farben eben ſo hervor, wie die zitternde Bewegung der Lufttheile die Empfindung des Schalles, und der Töne auf das Gehör hervorbringt. Die Pulſus des Aethers pflanzen ſich nach allen Seiten zu fort, wie die Radien einer Sphäre von ihrem Mittelpunkte. Die ſich aufeinander folgenden

genden Schläge in einer geraden Linie machen den Lichtstrahl aus. Durchsichtige Körper sind nach dieser Theorie solche, deren Substanz diese Schläge selbst fortpflanzt. Die Empfindung der sieben Hauptfarben hängt nach ihm eben so von der verschiedenen Geschwindigkeit der Schläge des Aethers in einer bestimmten Zeit ab, wie die Empfindung der 7 Haupttöne von der verschiedenen Geschwindigkeit der Schwingungen in einer gewissen Zeit. Auch diese Theorie kann die Schwierigkeiten wieder das cartesianische System (§. 181.) nicht ganz heben; denn

a) Auch hier ist ein Wesen vorausgenommen, dessen Daseyn nur vorausgesetzt, und nicht erwiesen ist.

b) Nimmt Euler den Aether als eine concrete Flüßigkeit an, so muß dieser bey der genauen Berührung seiner Theichen alles mit vollkommener Dichte ausfüllen, folglich Eulers Theorie auch darin mit der cartesianischen Theorie übereinkommen, daß diese concrete Materie wieder die Beweglichkeit der Körper streite. — Sieht er sie aber als eine discrete Materie an, so wird die Fortpflanzung der Schläge des Aethers mithin die Ausbreitung des Lichtes mit vielen andern Phönomenen ganz unerklärbar.

c) Endlich kann diese Theorie so wenig, als die cartesianische und huygensche, den chemischen Einfluß der Lichtmaterie auf die ganze Körpernatur (§. 179.) durch die Schläge des Aethers erklären.

§. 184.

§. 184.

Newtonsches Emanationssystem.

Newton hat das Licht für eine eigene Substanz, und die Lichtstrahlen für die Wege materieller aus den leuchtenden Körpern ausfließender Theilchen dieser eigenen Substanz gehalten. Seitdem Newton diese Meynung zu Grunde gelegt hatte, und seine herrlichen Entdeckungen in der Lehre vom Licht darauf bauete, hat sie sich großes Ansehen erworben, und vorzüglich aus der itzt bekannten chemischen Einwirkung des Lichtes auf die Körper von allen drey Reichen der Natur das Uebergewicht erhalten. — Es bestreitet zwar Euler zur Begründung seiner eigenen Hypothese das Emanationssystem mit folgenden Gründen:

a) Beym Emanationssysteme müßten die Himmelsräume mit der Materie des Lichtes so angefüllt seyn, und dieß mit so einer Geschwindigkeit bewegt werden, daß dadurch die Planeten in ihrem Laufe gestört werden müßten. — Allein der nemliche Einwurf fällt zum Theil auf das eulersche System selbst zurück, fällt aber in der newtonschen Theorie fast ganz weg, wenn man das Licht als eine discrete Flüßigkeit betrachtet, deren Theilchen in so großen Zwischenräumen, nemlich nahe 5 halbe Erddurchmesser von einander abstehen, und uns doch als eine zusammenhangende Linie erscheinen können (§. 138.)

b) Die Lichtstrahlen müssen sich nach unzähligen Richtungen durchkreuzen, folglich, beym Emanationssysteme, durch ihren Anstoß aneinander sich

stören,

ſtören, verwirren, und endlich gar hemmen. — Allein auch dieſer Einwurf fällt weg, vorausgeſetzt, daß die Lichtſtrahlen in einem diſcreten Strome von den leuchtenden Körpern ausflüſſen.

c) Es iſt ganz unbegreiflich, daß die Sonne durch den beſtändigen Ausfluß der Lichtſtrahlen nach 5000 Jahren noch gar keinen merklichen Abnahm ihrer Maſſe erlitten habe. Allein läßt ſich wohl aus unſer ſubjectiven Unbegreiflichkeit auf objective Unmöglichkeit ſchließen. Wir wiſſen ja alle die Wege nicht, auf denen die Natur etwa neues freyes Licht erzeugen, und hervorbringen kann, das den Mangel wieder zu erſetzen im Stande iſt; eben ſo wenig können wir mit Grunde verneinen, daß das ausgeſtrömte Licht durch einen uns unbekannten Kreislauf wieder zur Sonne, als ſeiner Quelle gebunden oder frey zurückkehren könne, um als freyes Licht von da wieder ausgeſendet zu werden. Bey der Annahme dieſer diſcreten Lichtſtröme aber kann die unmerkbare Abnahme des ſo auſſerordentlichen feinen Lichtes in der Sonne doch wohl nicht ganz ſo unbegreiflich ſeyn, als Herr Euler glaubte. Riechen doch auch Körper viele Jahre Geruchtheile aus, und verlieren nichts merkliches von ihrem Gewichte, wie groben Stoffes ſind aber nicht die Geruchtheile gegen der Lichtmaterie.

d) Wohin das Licht, welches von der Sonne ausfließt, komme, und was daraus werde? Von Körpern, vorzüglich jenen, die ſo viele Verwandſchaft damit haben, wird es gröſtentheils eingeſo-

gen

gen, verbindet sich damit, wird Stoff der Körper, und hängt so lange mit ihren Theilen zusammen, bis es durch eine andere auflösende Kraft wieder frey gemacht wird; zum Theil wird es auch von allen Körpern reflectirt.

* Alle die sonst einfachen, und gezwungenen Erklärungen bey den Phönomenen des Lichtes nach dem newtonschen System, vorzüglich die chemischen Kräfte der Lichtmaterie auf verschiedene Körper (§. 179.) geben der Lehre von dem Daseyn einer eigenen Lichtmaterie, die aus leuchtenden Körpern strömt, ein entscheidendes Uebergewicht über die Lehre, daß das Licht nur ein Zustand des Aethers sey.

Fünfter

Fünfter Abschnitt.

Von dem Feuer.

§. 185.

Das Feuer.

Die Naturlehrer sind in der Bedeutung, in der sie das Wort Feuer nehmen, gar nicht eins; einige verstehen darunter den Wärmestoff allein, andere den Lichtstoff allein, wieder andere den Zustand, wo sich beyde, Licht und Wärme, zugleich unsern Sinnen zeigen. Sehr oft ist Erwärmung, oder Erhitzung mit Leuchten verknüpft; doch kann man daraus nicht folgern, daß beydes Erwärmung, und Leuchten Wirkungen einer einzigen Ursache sind; vielmehr glauben sehr viele Naturforscher, weil sie auch im Gegentheile nicht seltne Erwärmung ohne Erleuchten, und Leuchten ohne Erwärmung beobachten, mit Prof. Gren als wahrscheinlich annehmen zu können, daß Lichtmaterie, und Wärmestoff zwey verschiedene Substanzen sind, und daß Feuermaterie aus beyden zusammengesetzt ist, folglich beyde frey und vereinigt seyn müssen, um Feuer zu bilden.

§. 186.

Einige Körper können a) bloß durch mechanische Bewegung anfangs Wärme (§. 126.) und

Entstehung des Feuers.

und nachhin im Dunstkreise auch das Phänomen des Feuers hervorbringen, d. h. Wärme- und Lichtstoff frey machen, ohne daß man sie mit einem brennenden Körper in Berührung bringt. Es ist aber allzeit mit dunstförmigen Substanzen verbunden, und bildet damit das, was man Flamme nennt; das Ausbrechen des Feuers in eine Flamme heißt Entzündung. So geräth z. B. ein Stückchen Phosphor, den man etwas stark mit Papier reibt, in eine flammende Entzündung. Noch leichter erfolgt

b) die Entzündung einiger Körper, wenn sie mit solchen Stoffen in Verbindung gebracht werden, aus denen sie Wärme, und Lichtstoff entbinden können, ohne sie mit brennenden Körpern in Verbindung zu bringen. So entzündet sich z. B. 1) ein Stückchen

Versuch. Phosphor, der zu einer Mischung aus gleichen Theilen Vitriolöl, und Wasser in einer porzellanenen Schaale gethan wird, sogleich, und stellt ein Feuermeer dar; in einer Schaale, die 90° F. heiß ist, entzündet sich der Phosphorus von selbst. — 2) Werden einige tropfen Nelkenöl in eine flache Schaale gegossen, und setzt man rauchende Salpetersäure hinzu, so wird sich die Mischung erhitzen, und in eine Flamme ausbrechen; 3) schüttelt man etwas Pyrophorus auf ein Papier, so wird er sich selbst anzünden, oder auf Schiespulver, so wird dieses gleichfalls entzündet werden. 4) Schwefel entzündet sich von selbst, wenn man ihn auf fließendes Bley trägt.

c) Ueberhaupts können wir in mehreren Körpern das Feuer durch alle die nemlichen Mittel hervorbringen,

auf

durch welchen Wärme erzeugt wird (§. 126.), wenn dieſe in einem höhern Grade, als zur Entwicklung der bloſſen Wärme nöthig iſt, angewendet werden.

§. 187.

Entzündlicher Grundſtoff, Phlogiſton.

Wird eiu Stück Holz, Wachs, Pech u. ſ. w. einem brennenden Körper genähert, ſo fängt er ſehr bald Feuer, und wird ſelbſt entzündet. Wird aber ein Stein, eine Erde mit einem entzündeten Körper in Berührung gebracht, ſo erfolgt im Steine keine Entzündung. Hieraus hat man geſchloſſen, es ſey in den Körpern der erſten Art, ein beſonderer Stoff enthalten, der ihnen die Eigenſchaft ſich zu entzünden mittheile. Dieſen hypothetiſch angenommenen Stoff, nennt man Brennſtoff, oder auch entzündlichen Grundſtoff, Phlogiſton. Da aber die Erden, und Steine ſich nicht entzünden laſſen, ſo leiteten die Phlogiſtiker dieſe Eigenſchaft aus dem Mangel des Phlogiſtons ab; nnd man nennt die Körper der erſten Art brennbare oder entzündliche Körper; den Erfolg ſelbſt eine Verbrennung, und das durch ſie bewirkte Phönomen eine Flamme (§. 186.) wenn ein feuriger Kegel ausfließt; oder eine Glühung, wenn ſich blos ein leuchtender Schein und keine Flamme einfindet. Die Körper der zweyten Art heißt man unverbrennliche Körper.

§. 188.

Verſchiedene Meynungen der Phlogiſtiker.

Die Meynungen der Chemiſten über die Natur der Brennſtoffes weichen ſeit der Entſtehung

dieſes

dieses Begriffes beträchtlich voneinander ab. Bacher, welcher der erste diesen Stoff annahm, glaubte: er sey eine zarte, entzündbare Erde. Stahl betrachtete der erste das Phlogiston als eine Verbindung des Elementarfeuers mit einer zarten Erde. Er machte zwischen dem Feuer selbst, und zwischen seinem entzündlichen Grundstoffe einen zweckmäßigen Unterschied; glaubte aber, a) daß jede Verbrennung durch ein gegenwärtiges Phlogiston bewirket werde; folglich das Phlogiston der Grundstoff aller Entzündbarkeit in der Natur sey. b) Daß aber Phlogiston, ein weit gröberer Stoff als die Wärmemateriе, von dieser durch seine Eigenschaften wesentlich unterschieden sey; c) daß Schwefel aus Phlogiston und Vitriolsäure zusammengesetzt sey, weil reine Vitriolsäure mit Kohle, oder einer andern entzündlichen Materie verbunden und destillirt in Schwefel verwandelt wird. d) Daß die Metalle aus ihren eigenen Grunderden, und dem Phlogiston zusammengesetzt wären, und daher das Phlogiston die Eigenschaft besitze, den Metallkalken ihren Glanz, Biegsamkeit, und die übrigen Eigenschaften des reguliniſchen Metalls wieder zu geben, weil das Metall in Berührung mit der Luft dem Feuer ausgesetzt seinen Zusammenhang, seinen Glanz verliert, und in einen erdigen einfachen Körper, oder Matallkalk verwandelt wird, der mit einem Zusatze von Kohle, Bech, oder einem andern entzündlichen Körper wieder in seinen reguliniſchen Zustand reducirt wird; e) daß brennende Körper an die

Stahls.

sie

sie berührende Luft Phlogiston absetzen, und das um so mehr, je reiner die Luft ist, wobey der Wärmestoff frey, und die Luft phlogistisirt oder so verdorben wird, daß darin kein Thier mehr athmen könne, weil es aus dem Geblüte an dieser kein Phlogiston mehr absetzen kann. Lange war man mit diesem Begriffe des Phlogistons zufrieden, bis der so würdige Hr. Prof. Gren eine neue Theorie davon entwarf, und das Phlogiston als eine Verbindung vom Wärmestoff und Lichtstoff im gebundenen Zustande zu betrachten anfieng, welche aber bey einer Entzündung frey gemacht werden, und die Erscheinungen des Feuers (§. 185.) bewirken. Grens.

Die mehresten Naturforscher kommen heut zu Tage darinn übereins, daß die Phönomene des Lichtes, und der Wärme, welche die Körper bey ihrer Entzündung darbiethen, nicht aus den Brennenden Körpern selbst, sondern nur aus der sie umgebenden Luft abgeleitet werden müssen; theils weil im luftleeren Raume kein Körper brennen kann, in der freyen Luft aber alle entzündlichen Körper gänzlich verzehrt werden, und nur ihre feuerbeständige Theile zurückbleiben; theils weil die Zeit der Verbrennung eines unter der Glocke entzündeten Körpers mit der Menge der vorhandenen Luft allemal im Verhältnisse steht. Crawford war der erste, welcher bewies, daß der Dunstkreis als die Quelle des Feuers zu betrachten sey, und daß man die Luft selbst als die Verbindung eines festen Grundstoffes mit dem Wärmestoffe ansehen müsse. Diesem Zufolge muß die Crawfords.

Verbrennung eines Körpers allemal eine Zerlegung der Luft voraussetzen, die nach Crawfords Meynung dadurch bewirkt wird, daß der brennende Körper seinen freygemachten entzündlichen Grundstoff, oder Phlogiston an die Luft absetze, die sich damit verbindet, und dagegen den Wärmestoff absetzt, der die Erscheinungen des Feuers hervorbringt.

§. 189.

Die Meynung der Antiphlogistiker.

Lavoisier nimmt gar kein Phlogiston in den verbrennlichen Körpern an; man heißt ihn deßwegen mit seinen Anhängern Antiphlogistiker, seine Theorie aber antiphlogistische Theorie. Er sucht die Ursache ihrer Fähigkeit zum Brennen in der reinen Luft, die er als eine Verbindung des Feuerstoffes mit einem andern Grundtheile, den er sauermachenden Stoff (base oxygene) nennt; den erstern betrachtet er als das Auflösungsmittel des letztern, der den erstern gewissermassen einhüllt, und mildert. Lavoisiers Meynung kömmt daher mit jener des Crawfords darin überein, daß erstens die Quelle des Feuers beym Verbrennen der Körper in der reinem Luft aufzusuchen sey; daß zweytens die reine Luft aus einem festen Grundstoff, den Lavoisier sauermachenden Stoff nennt, und aus Wärmestoff zusammengesetzt, und daß drittens der brennende Körper die reine Luft in seine Bestandtheile zerlegen müsse, wobey der Feuerstoff frey wird, und die Erscheinnngen des Feuers hervorbriugt, die um desto lebhafter seyn müssen, je mehr Feuerstoff

in

in der Luft frey wird, oder je reiner die Luft ist. — Herrn Lavoisier zu Folge aber enthält der entzündliche Körper kein Phlogiston, sondern eine Basis, die zur Säurewerdung geneigt ist, (er nennt sie säurefähige Basen) als Schwefel, Kohle, Phosphor u. s. w. welche bey einer gewissen Temperatur die reine Luft zerlegt, den sauermachenden Stoff, als ihre Basis, in sich nimmt, diese daher zwingt ihren Wärmestoff, der in ihr vorhin eingehüllet lag, loszulassen, und auf diese Art Feuer zu bilden. Diesem Zufolge können nur solche Körper brennen, die säurefähige Basen, folglich eine Fähigkeit haben, die reine Luft zu zersetzen, und den sauremachenden Stoff aufzunehmen. Es muß also nach dieser Theorie der Rückstand nach der Verbrennung eine Säure, und wenn der Körper ein Metall, (nach ihm) eine ganz homogene Substanz ist, das Produkt ein Metallkalk seyn; und da sich Metallkalke unter gewissen Umständen gleichfalls wie Sauren verhalten, so glaubt Lavoisier, daß seine Theorie um so allgemeiner anwendbar sey. Lavoisier belegt den Rückstand nach der Verbrennung der Körper als eine neue Zusammensetzung aus dem Körper selbst, und dem beygetrettenen sauermachenden Stoffe mit dem Name Kohlenstoff. Es kann nicht geläugnet werden, daß die Lavoisiersche Theorie sehr viele Erfolge erklärt, die nach der Stahlischen nur mit vielen Voraussetzungen erklärt werden können; sie ist aber theils noch nicht allgemein genug bekannt; theils sind mehrere der größten Chemiker

Deutsch-

Deutschlands noch zu sehr wieder diese Lehre eingenommen, als daß ich es wagen dörfte, sie allein zum Grunde zu legen.

§. 190.

Die Flamme, der Ruß, Dunst oder Rauch beym Verbrennen.

Bey einfachern Substanzen erfolgt die Verbrennung entweder bloß mit einem leuchtenden Scheine, oder mit Ausprühung glänzender Funken. Bey den zusammengesetztern erfolgt sie gewöhnlich mit einem auflodernden feurigen Regel, den wir die Flamme (§. 187.) nennen, und der nach der gröfsern, oder geringern Menge der ihn umgebenden Luft, mehr oder weniger Ruß absetzt. Da der Ruß in seiner Grundmischung den Bestandtheilen des verbrannten Körpers allzeit angemessen ist, die bey der Verbrennung frey werdende Wärmematerie aber alle vorhandene flüchtige Materien ausdehnt, und dadurch einen Dunst oder Rauch erzeugt, so läßt sich hieraus die Entstehung eines solchen Rußes sehr gut erklären; so wie sich aus den mannigfaltigen Bestandtheilen, welche aus den brennenden Körpern in der Hitze entwickelt werden, und mit dem freygewordenen Feuer vermengt die Flamme bilden, von der so außerordentlichen Verschiedenheit in der Farbe der Flamme die wahre Grundursache angeben läßt. Die Verschiedenheit in der Farbe der Flamme erhellt aus folgenden Beyspielen:

a) Weingeist und Schwefel verbrennt mit einer bläulichen Flamme.

b) Zink

b) Zink mit einer blendenden weißlichgelblichen.

c) Kupfer mit Kochsalzsäuere giebt eine grüne Flamme.

d) Der Talk brennt gelb, Kampfer und Spießglas weiß.

e) Eine Mischung von 1 Theil Salmiak, 2 Theile Grünspan, und 2 Theile weiß Bech brennen mit einer schönen grünen Flamme.

f) Ein Gemenge von 1 Theil gebrannten Kupfervitriol, einen halben Theil Salmiak, und 1 Theil weißes Bech brennt mit einer blauen Farbe.

g) Sedativsalz und Weingeist mit einer grünen (§. 27.)

h) Papier in die Auflösung der salpetersauren Kalkerde getaucht, und getrocknet giebt eine grüne Flamme.

Sechster Abschnitt.

Von der elektrischen Materie.

§. 191.

Vorbegriffe. Versuche.

1) Eine Stange Siegellack, Schwefel, Bernstein, oder eine Glasröhre reibe man einige Minuten mit einem wollenen Lappen, oder auch mit trockener Hand u. d. gl. und nähere sie sodann kleinen Stückchen Papier, so werden diese mit Geschwindigkeit davon angezogen, bald aber wieder davon abspringen, und sich dann wieder dem geriebenen Körper nähern. — Ist die Glasröhre von hinlänglicher Größe, und an einem ledernen Küsse, das z. B. mit Goldpapier belegt ist, stark genug gerieben worden, so macht sie, wenn man das Gesicht etwas nahe daranhält, die Empfindung, als wenn Spinnweben übers Gesicht gezogen würden; man spürt einen süßlichen Geruch, fast wie nach Harnphosphorus; und nähert man ihr den Knochel eines Fingers, so bricht ein leuchtender Funke hervor, der zu gleicher Zeit in dem Finger ein Stechen verursacht.

2) Eine gläserne Kugel, die unter einem Recipienten, in dem man die Luft verdünnt hat, gerieben wird, giebt die vorhin angeführten Zeichen.

3) Wird

3) Wird eine gläserne Sphäre soviel möglich luftleer gemacht, und dann Queckſilber dareingeſchüttet, ſo zeigt ſich hiebey ein Leuchten, und die Sphäre zieht leichte Körper.

4) Man reibe auf gleiche Art, wie im erſten Verſuche, einen metallenen Cylinder, er wird keineswegs die vorigen Phönomene äuſſern.

5) Wird ein metallener Cylinder, der auf Glasfüßen ruht, nahe an einen geriebenen Glascylinder gebracht, ſo werden bey der Annäherung des Fingers, oder eines metallenen Körpers feurige Funken aus dem metallenen Cylinder gehen, die zwar nicht wärmen, aber in e Knistern, und Stechen verurſachen. — Berührt man aber den metallenen Cylinder mit Glas, Harz, Seide, u. dgl. ſo wird er keine ſolche Funken von ſich geben.

Die im erſten Verſuche erfolgten Erſcheinungen heißen elektriſche Phönomenen; das Siegellak, der Schwefel, Bernſtein, das Glas, u. ſ. w. welche nach vorgehender Reibung dieſe Phönomenen zu geben fähig ſind, nennt man elektriſche Körper; ihr Zuſtand, worinn ſie dieſe Erſcheinungen zeigen, heißt Elektrizität, womit man aber auch manchmal den Stoff ſelbſt, der die elektriſchen Erſcheinungen bewirket, (ſonſt auch elektriſche Materie) zu bezeichnen pflegt. Elektriſirt heißt ein Körper, der in den Zuſtand gebracht worden iſt, worinn er die angeführte Erſcheinungen zeigt. —

Da die Metalle u. a. m. durchs Reiben nach der gewöhnlichen Art nicht elektrisirt werden können, (4. Vers.) so hat man sie unelektrische Körper genennt, um sie von den elektrischen, welche durch Reibung elektrisirt werden können, (1. 2. 3. Vers.) und deßwegen auch ursprünglich, oder idiolektrisch heißen, zu unterscheiden. Die Erfahrung im 5. Versuche führt auf die Schlußfolge, daß das Metall, der Mensch, und andere unelektrische Körper die elektrische Materie von einem elektrisirten Körper leicht aufnehmen, sogleich auf ihrer Oberfläche, oder durch ihre Substanz verbreiten, und andern gleichartigen eben so leicht wieder mittheilen, oder leiten; das Glas, Harz, die Seide aber eben deßwegen, weil sie ursprünglich elektrische Körper sind, die elektrische Materie wenigst nicht soleicht aufnehmen, fortführen, und leiten. Man hat demnach alle bekannten Körper in Leiter und Nichtleiter eingetheilt. Leitende Körper von allen übrigen Leitern durch Nichtleiter so absondern, daß sie die erhaltene Elektricität nicht weiter verbreiten können, heißt sie Isoliren, und eine dazu taugliche Vorrichtung heißt Insel.

§. 192.

Nichtleiter.

Zu den **Nichtleitern**, oder elektrischen Körpern gehören besonders: das Glas, die mehrere Verglasungen, Bergkristall, alle Edelgesteine, der Turmalin, russisches Glas; alle Harze, als Colophonium, Pech, Gummilak, Copal; die

festen

festen Erdharze, Bernstein, Steinkohlen, Schwefel, Wachs, Seide, trockene Baumwolle, Federn, Wolle, Haare, trockenes Elfenbein; ausgedörrtes, und sehr trockenes Holz, die recht dephlogistisirten metallischen Kalke, das Eis bey einer Kälte von 13 Gr. Reaum unter 0, und trockene, nicht zu stark verdünnte, oder erwärmte Luft. — Zu den Leitern gehören vorzüglich die Metalle im reguliniſchen Zustande, das Wasser, der Wasserdampf, Nebel, Rauch, alle wässerichte Säfte der Pflanzen, und Thiere, und ihre weichen Theile, thierische, und vegetabilische Kohlen; alle Salzauflösungnn, Weingeist, Aether, feuchtes, und grünes Holz, feuchte, starkverdünnte, oder stark erhitzte Luft, und vorzüglich unsere Erde. Es ist dabey nicht zu umgehen, daß durch manche Veränderungen, die in den Körpern, und ihrer Bauart vorgehen, auch ihr Leitungsvermögen bald größer bald kleiner werde. So werden z. B. alle Nichtleiter, als Glas, Harz, gedörrtes Holz, trockene Luft u. s. w. durch Erhitzung, und Glühen zu Leiter — da hingegen Leiter durch einen hohen Grad von Kälte, z. B. Wasser in Eis erwandelt, zu Nichtleitern werden, wie die nachstehenden Versuche zeigen. Leiter.

1. Versuch. In einer Glasröhre, oder in einer Glocke, worinn die Luft verdünnt worden, strömt der elektrische Stoff leuchtend von einem Leiter zum andern, welches bey größerer Dichtigkeit derselben nicht geschieht.

2. Ver-

2. Versuch. Die Elektricirät strömt leuchtend durch eine schlangenförmig gebogene luftleere Röhre, in der etwas Queckſilber vorhanden ist. Eben so strömt sie durch mehrere solche Röhren, die vereiniget eine strahlende Sonne bilden.

3) Versuch. Der vom rauchenden Dochte eines verloschenen Lichtes aufsteigende Dampf leitet die Elektricität von einem Körper zum andern.

Anmerk. Manche Körper sind eben so unvollständige Leiter, als Lichtleiter; man nennt sie deßwegen Halbleiter; in diese Klasse gehören Marmor, trockenes, nicht gewärmtes Holz trockene Gebeine, u. v. a.

§. 193.

Das Elektrisiren der Nichtleiter.

Um die Nichtleiter zu electrisiren dient vorzüglich das Reiben derselben mit verschiedenen Materien. Auſſer dem Reiben (§. 191.) wird die Elektricität verschiedener Nichtleiter auch noch erregt durch Schmelzen und Abkühlen, beym Turmalin und andern Steinarten durchs Erwärmen, und Abkühlen, und auch durch Verdünstung. Endlich lassen sie sich auch durch die Vertheilung, und Mittheilung in den electrisirten Zustand versetzen, wie folgende zween Versuche zeigen:

1. Versuch. Nähert man das eine Ende A einer rechtwohl abgetrockneten 2 Schuhe langen Glasstange,

stange, die horizontal auf einer Insel liegt, einem elektrischen Körper, so werden zwey am andern Ende B der Glasstange hangende Korkkügelchen sich schon einander abstossen, ein unelektrisirtes anziehen u. s. w. noch ehe das Ende A den Elektrisirten berührt, und zwar in einer Ferne, in der aus dem elektrisirten Körper in A nichts übergehen kann; und man sagt, die Glasstange sey in diesem Falle durch die Vertheilung elektrisirt worden, in so fern, als die in der Glasstange vorhin latente und gleich ausgebreitete Elektricität durch die Expansivkraft der Elektricität im elektrisirten Körper größtentheils gegen den Theil B hingetrieben wird, und da frey vertheilet die elektrischen Erscheinungen bewirkt, so lange das End A den elektrisirten Körper nahe liegt.

2. Versuch. Kömmt das Ende A der Glasstange im vorigen Versuche gar in Berührung des elektrisirten Körpers, so erscheinen in B alle die vorigen Wirkungen, aber in einem noch weit höhern Grade als im vorigen Falle; man kann auch am Ende B ein kleines Knistern beobachten, wenn man den Knöchel des Fingers entgegenhält; es wird sogar eine isolirte Metallstange, die damit in Berührung steht, dadurch, zwar sehr schwach, elektrisirt, und das so lange, als die Glasstange mit dem immerzu elektrisirten Körper in Verbindung steht. Es muß also dabey der Glasstange vom elektrisirten Körper etwas Elektricität mitgetheilt werden, mithin auch

das

das Glas als Nichtleichter durch Mittheilung, doch in einem sehr geringen Grade, elektrisirt werden.

§. 194.

Das Elektrisiren der Leiter.

Die Leiter lassen sich am besten und am leichtesten durch die Mittheilung elektrisiren, wenn sie nemlich isolirt, und einen elektrisirten Nichtleiter so nahe gebracht werden, daß die elektrische Materie aus dem elektrisirten Körper in den Leiter frey übergehen, mithin sich ihm leicht mittheilen könne, wo demnach der Leiter alle elektrischen Erscheinungen, und zwar in einem desto höhern Grade äussert, je mehr ihm von dem Elektrisirten mitgetheilt wird, und je besser selber isolirt ist. Ausser der Mittheilung lassen sich auch die Leiter, eben so, wie die Nichtleiter (§. vorg.) durch Vertheilung elektrisiren. Da eine isolirte Metallstange an Seiden, Queckfilber an Glas gerieben, u. d. gl. einige Zeichen von Elektricität geben, so hat man die Schlußfolge gezogen, daß auch Metalle, u. a. Leiter durch Reiben in den elektrisirten Zustand versetzt werden können.

Anmerk. Die Eintheilung in ursprünglich elektrische und unelektrische, in Leiter und Nichtleiter ist nicht ganz genau und richtig; denn im Grunde sind alle Körper ursprünglich elektrisch; die elektrische Materie ist in der ganzen Natur ausgebreitet, es muß also nothwendig ein jeder Körper ein gewisses Maas davon haben; und wenn sie schon in manchen z. B. in den Metallen unter gewissen Umständen durch die Reibung nicht rege

gemacht

gemacht werden kann, so kann sie doch unter andern Umständen, wenn man nemlich die Ableitung der erregten Elektricität verhütet, vorzüglich aber durch die Vertheilung auch in den Metallen, und andern sogenannten unelektrischen Körpern ursprünglich zum Vorscheine gebracht werden. Es laufen auch die Gränzen der sogenannten elektrischen, und unelektrischen Körper so nahe aneinander, daß wir weder einen vollkommen elektrischen Körper, der die elektrische Materie gar nicht fortleitet, noch einen vollkommenen Leiter finden, der gar keine ursprüngliche Elektricität besitzt, sondern es ist vielmehr ein jeder elektrischer Körper ein mehr oder weniger unvollständiger Leiter, und ein jeder Leiter ein mehr oder weniger unvollständiger elektrischer Körper. Um indessen doch diejenigen Körper, die sich leicht durch Reiben elektrisiren lassen und die Elektricität nicht so leicht und gleich fortführen (§. 193.), von andern zu unterscheiden, an denen wir das Gegentheil beobachten, so mögen die Benennungen der Nichtleiter für die erstern, und der Leiter für die letztern Platz finden.

§. 195.

Elektrisirmaschine.

Alle die vorgehenden elektrischen Erscheinungen lassen sich am besten an der eigentlichen Elektrisirmaschine auffallend anschaulich machen. Sie ist eine eigens dazu eingerichtete Geräthschaft, derer wesentliche Bestandtheile sind: a) der Nichtleiter,

durch

durch dessen Reibung die Elektricität erregt wird, z. B. eine gläserne Walze, Scheibe u. d. gl. b) Das Reibzeug, wodurch die Reibung geschieht, und das gewöhnlich mit Amalgama belegt wird, so fern man nicht schon voraus den zu reibenden Nichtleiter damit bestrichen hat. c) Der isolirte Leiter, der auch sehr oft der Hauptleiter, oder weil er die im Nichtleiter erregte Elektricität auffängt und in sich sammelt, schlechtweg Conductor genennt wird.

* In den öffentlichen Vorlesungen werden Kugel- Cylinder- und Scheibenmaschinen nebst dem dazu gehörigen Apparate vorgezeigt, ihre mancherley Einrichtungen nebst einigen Verbesserungen, und ihr Gebrauch in der Anwendung anschauend gemacht.

** Die guten Wirkungen, die wir uns von einer übrigens wohleingerichteten Elektrisirmaschine bey günstiger trockner Witterung versprechen können, hängt vorzüglich von der Güte des Amalgama ab. Unter allen haben vorzüglich zwo Arten davon in ihren Wirkungen meinen Wünschen entsprochen; das Eine besteht aus einem Gemische von 5 Theilen Queckſilber, 1 Theil Zink, und 1 Theil Kohlenstaub vom Fichtenholz mit ein wenig gelben Wachs zusammengeschmolzen, und dann mit sehr wenig Fett auf seidene Reibküsse aufgetragen. Das andere ist das gewöhnliche Maler- oder Mussivgold; um dieß zu erhalten verquickt man 8 Theile Zinn mit 8 Theilen Queckſilber, vermischt solche sodann mit 6 Theilen Schwefel, und 4 Theilen

Salmiak,

Salmiak, und setzt sie in einem Kolben dem offenen Feuer aus, es entzündet sich das Gemisch, und man erhält einen goldgelben feinen Sublimat, der das Musiogold ist. Mittelst ein wenig Schweinenschmalz trägt man dieß auf ein Leder auf, und reibt damit das Glas der Elektrisirmaschine gut durch, oder bestreicht damit das Küßchen; fast nie erhielt ich eine stärkere Elektricität, als auf diese Weise.

§. 196.

Elektrisirter Conduktor.

Um z. B. an dem gläsernen Cylinder einer Elektrisirmaschine den Conduktor wohl zu elektrisiren, muß dieser gut isolirt, z. B. auf einem gläsernen Stative stehen, und, ausser den gegen den zu reibenden Nichtleiter zunächst gekehrten Spitzen, oder Kanten, welche die Elektricität aus dem geriebenen Nichtleiter sogleich einsaugen, ganz vor allen Kanten, wodurch sich die Elektricität am leichtesten zerstreuet, frey, und zum Glascylinder, zur Glasscheibe oder andern Nichtleitern verhältnißmäßig groß seyn. Der seidene, oder lederne Reibzeug aber muß mittelst eines Drathes mit dem freyen Boden, noch besser mit einem flüssenden Wasser, oder sumpfichten Boden, um sich dadurch eine größere Menge Elektricität zuführen zu können, in Verbindung stehen. Ein auf diese Weise an einem Glascylinder elektrisirter Conduktor äussert bey Versuchen folgende Erscheinungen:

1) Er sprüht an einem ihm nahe genug gebrachten abgerundeten Leiter sehr lebhafte Funken,

mit

mit einem knisternden Laute aus, der einen phosphorischen Geruch von sich giebt, bey einem höhern Grade von Elektricität, wie der Wetterstrahl, ein Zickzack bildet, und an den Knöcheln des Fingers ein empfindsames Stechen verursachet; die Weite, in der dieß geschieht, heißt Schlagweite, welche zu messen man eigene Werkzeuge, unter dem Namen Funkenmesser, angegeben hat.

2) Wenn das ihm genäherte Ende des Leiters zugespitzt ist, so geschieht der Uebergang der Elektricität durch ein Ueberströmen in Gestalt eines Feuerbüschels. Das Funkenschlagen sowohl, als das Ueberströmen der Elektricität dauert so lange an, als die Maschine getrieben wird; ausser dem verliert der Conduktor durch ein, oder den andern Funken seinen ganzen elektrischen Zustand.

3) Ist der Funke stark genug, so zündet er Weingeist und Aether an. Auch ein schwacher Funke ist im Stande das entzündbare Gas zu entzünden.

4) Das mit dem Conduktor in Verbindung stehende elektrische Glockenspiel wird unter dem Elektrisiren desselben in Bewegung gesetzt; papierene Puppen, Sägspänne, Baumwollflocken, und d. gl. die man zwischen den Conduktor und einem andern unisolirten Leiter bringt, werden zum Tanze gebracht.

5) Zwey

5) Zwey oder mehrere Korkkugeln, die an einem Zwirnsfaden am Conduktor hangen, oder an Seidenfäden dem Conduktor genahet werden, werden sich nach der ihnen mitgetheilten Elektricität wechselseitig einander abstossen, und so lange in der Ferne voneinander hangen bleiben, bis man dem Conduktor durch andere leitende Körper die Elektricität entzogen hat.

6) Werden zween isolirte Menschen am Conduktor gleichstark elektrisirt, so geben sie bey ihrer gegenseitigen Berührung nicht das mindeste Zeichen ihres elektrischen Zustandes, und verbleiben in dem Zustande so lang sie isolirt sind.

7) Ist der dem Conduktor in Berührung, oder nahe gebrachte zweyte Leiter isolirt, so wird auch dieser an einem dritten Leiter die nemlichen Erscheinungen, wie der Conduktor äussern.

§. 197.

Elektrisier-ter Reibzeug.

Um das seidene, oder lederne Reibzeug an einer gläsernen Elektrisirmaschine, oder das Pelzreibzeug an einem Harzcylinder, in den elektrischen Zustand zu versetzen, muß selbes wohl mit einem damit verbundenen Leiter isolirt seyn, der Conduktor aber durch leitende Dinge mit der Erde in Verbindung stehen. Bey dem Umdrehen der Maschine zeigen sodann die Leiter an den Reibzeugen alle vorigen elektrischen Erscheinungen.

* In den Vorlesungen werden alle die vorhin angezeigten Versuche auch an den Reibzeugen angestellt.

§. 198.

Entgegengesetzte Elektricität.

Wenn schon die elektrischen Erscheinungen am Glase, am Harze, und an ihren Reibzeugen die nemlichen sind, so findet sich doch zwischen der Elektricität des Glases, und der des Harzes nicht minder als jener des Conduktors, und der des Reibzeuges ein auffallender Unterschied, worüber uns folgende Versuche Erläuterung geben.

1. Versuch. Elektrisirt man zwey an Seidenfäden hängende Korkkügelchen das eine am Conduktor des Glases, das andere an jenem des Harzes, gleichstark, so werden sie sich, anstatt sich einander abzustossen, wie im 5ten Versuche (§. 196.), gegenseitig einander anziehen, und nach der Berührung ihren elektrischen Zustand verlieren; das nemliche geschieht, wenn eines davon am Glase, das andere am Reibzeuge desselben, oder das eine am Harze, und das andere an dessen Reibzeuge elektrisirt worden.

2. Versuch. Werden zween isolirte Menschen, oder andere isolirte Leiter der eine am Glase oder Harze, der andere an ihren Reibzeugen gleichstark elektrisirt, so werden sie bey ihrer gegenseitigen Annäherung aufeinander die lebhaftesten Funken schlagen, und sich gegenseitig den elektrischen Zustand rauben,

rauben, da sie hingegen wenn sie beyde am Glase, oder Harze, oder beyde an dem nemlichen Reibzeuge des Harzes, oder endlich einer am Harze, der andere am Reibzeuge des Glases gleichstark elektrisirt worden, bey der Berührung weder Funken schlagen, noch Verminderung ihrer Elektricität leiden (§. 196. 6. Vers.)

3. Versuch. Zwischen einem am Glase, und einem am Harze elektrisirten Conduktor, so wie auch zwischen einem am Conduktor, und einem am Reibzeuge elektrisirten Leiter springen leichte, isolirte leitende Körperchen beständig hin und her, und werden wechselseitig von einem angezogen, nachdem sie der andere abgestossen hat, und das so lange, bis die Elektricität beyder Körper erschöpft ist.

Aus diesen Erfahrungen hat es ganz das Ansehen, als machten die Elektricität des Glases und jene des Harzes, die Elektricität des Conduktors und jene des isolirten Reibzeuges zwo verschiedene Arten der Elektricität aus, die sich einander entgegengesetzt sind, wie positive und negative Grössen, die sich einander aufheben, oder vernichten, wenn sie gleich groß sind. — Einige Naturlehrer holen diesen Unterschied von zweyerley verschiedenen elektrischen Materien, andere von einerley Materie her, die in verschiedener Menge in den Körpern angehäuft liegt. Du Fay war der erste, welcher diesen Unterschied zwischen der Elektricität, die man beym Reiben des Glases, und jener die

man

man bey der Reibung des Harzes erhält, bemerkt hat, und bezeichnete jene mit dem Namen Glas-elektricität, diese aber mit dem Namen Harzelektricität, gleichsam als wäre die elektrische Materie des Glases von jener des Harzes wesentlich unterschieden. Franklin setzte nur eine und die nemliche elektrische Materie zum Grunde, leitete den Unterschied der elektrischen Erscheinungen vom Plus, und Minus der nemlichen Materie her, und nannte daher die Elektricität des glatten Glases positive, und die des isolirten Reibzeuges negative, so wie er auch die Elektricität des Harzes negative, und jene des isolirten Reibzeuges positive Elektricität zu nennen pflegt. Ein positiv elektrisirter Körper ist also nach dieser Theorie derjenige, der ein Uebermaaß an elektrischer Materie besitzt, und diese kann er andern mittheilen; ein negativ elektrisirter aber jener, der Mangel an elektrischer Materie leidet, und dieser kann sie andern rauben. Wo weder Uebermaaß noch Mangel an elektrischer Materie, die die Natur in einen jeden Körper in einem gewissen Maase versetzt hat, vorhanden, da kömmt auch kein elektrisches Phönomen zum Vorschein, und Franklin nennt diesen Zustand der Körper die natürliche Elektricität der Körper. Symer schrieb den Unterschied dieser elektrischen Erscheinungen zwoen verschiedenen reelen Materien zu, die sich gegenseitig einander verzehren und gleichsam vernichten. Lichtenberg hat die franklinische Benennung von positiv und negativ durch

die

die in der Mathematik angenommenen Zeichen + E (Pluselektricität) und — E (Minuselektricität) auf eine bequemere Art ausdrückt.

* Es mag nun der Unterschied der elektrischen Erscheinungen von zwo verschiedenen Materien, oder von einer einzigen Materie herrühren, so müssen wir sie doch hier, bis zur ferneren Untersuchung der Ursache, wenigst bey den elektrischen Zustand des isolirten Reibzeuges, und den des geriebenen Nichtleiters als entgegengesetzt ansehen, und unter dieser Voraussetzung die Namen negative und positive Elektricität beybehalten, folglich können wir auch bey der Untersuchung der Gesetze, nach welchen die sich entgegengesetzten Erscheinungen uns auffallen, mehrerer Bequemlichkeit halber mit H. Lichtenberg die positive Elektricität mit dem Zeichen + E, die negative Elektricität mit dem Zeichen — E, und den natürlichen Zustand, wo die Körper in einem gleichen Grade positiv und negativ elektrisch sind, mithin + E und — E sich das Gleichgewicht halten, mit dem Zeichen o E ausdrücken.

§. 199.

Aus den vorgehenden Erfahrungen bestättigen sich unläugbar folgende Gesetze:

Gesetze, nach welchen + E, und — E wirken.

I. Ungleichnamige Elektricitäten, d. i. + E und — E ziehen einander an.

II. Gleichnamige hingegen d. i. + E und + E, oder — E und — E stossen sich einander ab. Hieraus wird die Zerstreuung des Wasserstrahls an einem künstlichen Springbrun in unzählbare Tropfen, wie auch das Hervorströmen des Wassers aus Haarröhrchen, durch welche das Wasser nur langsam tröpfelt, sie mögen beyde + E, oder — E elektrisirt werden, erklärt.

* Diese zwey allgemeinen Gesetze geben uns ein schickliches Mittel an die Hand, um damit prüfen zu können, ob ein elektrisirter Körper + E oder — E habe; man darf nur untersuchen, ob ein an ihm durch Mittheilung elektrisirtes Korkkügelchen von dem durch Reiben + E gemachten glatten Glase, oder dem damit verbundenen Conduktor abgestossen, oder angezogen werde; geschieht das erste, so hat das Korkkügelchen, mithin auch der zu untersuchende elektrisirte Körper + E, im zweyten Falle aber — E. — — Hier etwas vom Elektrometer, dessen verschiedenen Einrichtungen, Gebräuche und Vortheilen in den Vorlesungen.

III. Das isolirte Reibzeug erhält allemal die entgegengesetzte Elektricität des geriebenen Nichtleiters, nemlich — E, wenn dieser + E; und + E, wenn dieser — E bekömmt. Daß nun aber bald der geriebene Nichtleiter + E, und das Reibzeug — E, bald wieder das Reibzeug + E, und der geriebene Nichtleiter — E erhält, hängt nicht ganz und allein von der Natur der Körper,

per, sondern von vielen andern Nebenumständen ab; nicht selten wird der nemliche Körper bey einer verschiedenen Anwendung des nemlichen Reibzeuges oder anderer Nebenumstände itzt + E, itzt — E erhalten. Gemeiniglich erhält unter zween sich einander reibenden Körpern, die in verschiedenen Graden Nichtleiter sind, der weniger leitende + E, der mehrleitende — E; sind beyde im nemlichen Grade Nichtleiter, so hat gewöhnlich der am stärksten geriebene — E, der andere + E. Mehrere oder geringere Feuchtigkeit, und vorzüglich mehr oder geringere Glätte der Oberfläche der Körper ändert aber sehr oft die Resultate dergestalt, daß ihr Ausfall ganz entgegengesetzt ist. Zu Beyspielen dienen

a) Glattes Glas mit dem gewöhnlichen Reibzeuge, als mit amalgamirten Leder, Seide, Metalle gerieben giebt + E, das isolirte Reibzeug — E. — Mit isolirten Katzenbalg gerieben giebt das glatte Glas auch + E, und der isolirte Katzenbalg — E. Wird aber der isolirte Katzenbalg mit dem glatten Glase gerieben, so giebt das Reibzeug + E, das Glas aber — E.

b) Rauches und mattgeschliffenes Glas erhält + E, wenn es mit Seide, Wachstaffet und d. gl. gerieben wird. Hingegen wird es durch die Reibung mit wollenen Tüchern, mit Siegellak, mit Goldpapier, oder mit der Hand — E.

c) Siegellak und alle Harze bekommen durch die Reibung mit amalgamirten Küssen, Metall, Schwefel und mattgeschliffenen Glase, wollenen Tüchern, weichen Fellen, Fuchsschwänzen u. d. gl. gerieben — E. — Es ist also auch der Unterschied und die Benennung Glas- und Harzelektricität (§. 198.) für + und — E nicht genau und richtig, weil diese Körper bald +, bald — E erhalten.

d) Gut ausgetrocknete, und erwärmte Seide zwischen zween Fingern, zwo eisernen Platten, oder anderen zween isolirten Leitern gerieben, giebt — E, die isolirten Leiter aber + E. Zwischen zwo gut ausgetrockneten Tafeln von Nußholz, u. a. Nichtleitern gerieben erhält sie + E, und das Reibzeug — E.

e) Wird eine Glastafel, die auf einem Leiter liegt, mit dem gewöhnlichen Reibzeuge gerieben, so wird die geriebene Oberfläche + E, die gegenüberliegende Fläche aber — E erhalten; umgekehrt aber, wenn so eine Harztafel mit Katzenbalg gerieben wird.

IV. Jeder Körper, der in die elektrische Atmosphäre, oder Wirkungskreis eines elektrischen Körpers kömmt, erhält a) auf der gegen den elektrischen Körper gerichteten Seite die entgegengesetzte Elektricität von der, die sich in dem elektrischen Körper befindet; und

b) wenn

b) wenn selber isolirt ist, auf der von dem elektrisirten Körper abgewandten Seite die gleichnamige Elektricität mit jener des elektrisirten Körpers. Kömmt also zum Beyspiel eine unisolirte Metallstange, oder auch ein Nichtleiter (wie §. 193.) in den Wirkungskreis eines + E elektrisirten Körpers, so wird das ihm zugekehrte End A der Metallstange — E erhalten; + E aber, wenn der elektrisirte Körper — E hat. Diese Elektricität nimmt zu, je näher beyde einander kommen; zuletzt, wenn die Anziehung zwischen + E, und — E stark genug wird, schlagen + E, und — E Funken auf= einander, heben sich auf, und machen o E, oder setzen sich ins Gleichgewicht. — Ist die Metall= stange isolirt, so wird das vom elektrisirten Körper abgewandte Ende B der Metallstange im ersten Falle + und im zweyten — E erhalten. — Nimmt man aber den isolirten Leiter wieder weg, ehe er dem elek= trisirten Körper so nahe kömmt, daß er einen Fun= ken erhält, so hört die Elektricität, die sich an bey= den Enden A B als entgegengesetzt zeigte, sogleich auf, und es ist alles wieder im natürlichen Zustan= de, oder o E. — Berührt man ihn aber, wäh= rend daß er sich in dem elektrischen Wirkungskreise befindet, an dem von dieser angewandten Ende mit dem Finger, so entsteht ein Funken, und seine Elektricität wird o E. Bringt man ihn itzt zugleich isolirt aus dem elektrischen Wirkungskreis des elektri= sirten Körpers, so hat er die entgegengesetzte Elek= tricität des elektrischen Körpers, oder die gleichna=

mige des diesem zugekehrten Endes. Alle diese Erfahrungssätze gründen sich auf die zwey ersten Hauptgesetze, und auf das, was ich §. 193. von der Elektrisation durch Vertheilung angemerkt habe.

V. a) Wenn ein isolirter Leiter einen andern elektrisirten Leiter berührt, so wird er einen Theil seiner Elektricität erhalten, und es werden hernach beyde Leiter Merkmale der nemlichen Elektricität, die sich in beyden verhältnißmäßig mit ihren Oberflächen ausgetheilt hat, von sich geben. b) Ist aber der Leiter unisolirt, der sich dem andern elektrisirten Leiter nähert, so nehmen wir in einem mit dem Grade der Elektricität verhältnißmäßigen Abstande bald Funken, bald einen Feuerbüschel, bald einen leuchtenden Punkt gewahr, wobey der elektrisirte Zustand, er mag + E, oder — E seyn, verlohren geht, und folgende merkwürdige Erscheinungen sich uns darstellen.

1) Bey Spitzen, welche die Elektricität ausladen, oder annehmen, ist es merkwürdig, daß man an der elektrisirten Spitze eine gelinde Bewegung der Luft bemerkt, welche allezeit der Richtung der Spitze folgt, die Elektricität mag + E, oder — E seyn.

2) Hält man der Spitze eines + E elektrisirten zugespitzten Leiters eine o E, oder — E elektrisirte leitende Fläche entgegen, so werden wir ein Geräusch gewahr, und sehen im Dunkeln einen blauen

und

und purpurfärbigen Feuerbüschel, dessen Strahlen von der Spitze aus divergiren. — Wenn man aber dem mit + E versehenen, abgerundeten Körper selbst eine ○ E elektrisirte leitende Spitze zuhält, so zeigt sich an dieser ein leuchtender Punkt oder Stern.

3) Hält man hingegen der Spitze eines — E elektrisirten Leiters einen ○ E oder + E haltenden flachen Körper gegenüber, so entsteht zwar auch ein Geräusch, aber man sieht an der Spitze keinen Feuerbüschel (wie Nro. 1.) sondern einen lebhaft leuchtenden Punkt oder Stern. Wenn man aber dem — E elektrisirten, abgerundeten Leiter eine andere leitende Spitze zuhält, so zeigt sich an dieser ein leuchtender Feuerbüschel.

* Diese Erfahrungen geben uns wieder ein nicht minder taugliches Mittel an die Hand, den Unterschied + E, und — E zu entdecken, welchem Prof. Lichtenberg noch ein anderes beygesetzt; Er theilte nemlich den Harzscheiben die Elektricität des zu untersuchenden elektrisirten Leiters mit, und bestreute diese nach weggenommenen Leiter sehr dünne mit fein gepülferten Kolophonium, oder Bärlappsaamen, wobey er fand, daß dieß Pulver verschiedene Figuren bilde, je nachdem die mitgetheilte Elektricität + E oder — E war, und zwar im ersten Falle sternförmige oder strahlende, im andern aber ringförmige Figuren.

* Alle vorangesetzte Gesetze werden durch lehrreiche sowohl, als belustigende Versuche in den öffentlichen Vorlesungen anschaulich dargestellt.

§. 200.

Leidner oder kleistische Flasche.

Wenn man ein Zuckerglas, oder eine andere gläserne Flasche etwas mehr als über die Hälfte mit Wasser füllt, und diesem mittelst eines Metalldrathes, der mit dem Hauptleiter in Verbindung steht, Elektricität zuführt, während daß man die Flasche in der Hand hält, und endlich nach einigen Trieben der Maschine mit der andern Hand das Wasser, oder den eingesenkten Drath berührt, so entsteht nicht allein ein sehr lebhafter mit einem Gepraßel hervorbrechender Funke, sondern man empfindet auch eine Erschütterung in den Gelenken beyder Arme, welche man elektrischen Schlag zu nennen pflegt. — Diese merkwürdige elektrische Erscheinung ward zuerst vom H. v. Kleist entdeckt, nachher von H. Cunäus zu Leiden öffentlich angestellt und bekannt gemacht, und heißt deßwegen der kleistische oder leidensche Versuch; die dazu vorgerichtete Flasche die kleistische, oder die Leidner, oder die Erschütterungsflasche. Nach einiger Zeit fand man, daß jede andere gutleitende Substanz die Stelle des Wassers in der Flasche, und jene der Hand ausser derselben vertreten könne, als Queckſilber, Eisenfeile u. d. gl. bis man endlich auch eingesehen hatte, daß dazu ein leitender Ueberzeug (Belegung) der äussern und innern Fläche des Glases bis auf

einige

einige Zolle unter dem Rande desselben hinreichend sey das nemliche zu leisten, und daß es auch auf die Figur des Glases nicht ankomme, sondern eine Glasplatte eben so, wie eine Flasche, für den Leidner Versuch geschickt gemacht werden könne.

* Nöthige Bemerkungen über die Auswahl des Glases, über die Belegung u. d. gl., in den Vorlesungen.

§. 201.

Geladene Leidnerflasche.

1. Versuch. Wenn man eine der beyden Belegungen einer Leidnerflasche mit dem Hauptleiter einer Elektrisirmaschine in Verbindung bringt, während die andere Belegung mit der Erde oder andern Leitern verbunden ist, so wird der Hauptleiter mittelst der damit verbundenen Belegung zur berührenden Glasfläche seine eigene Elektricität hinführen, und allda + E oder — E machen, je nachdem der Hauptleiter + E oder — E hat; die gegenüberstehende Glasfläche aber, die mit der unisolirten Belegung in der Berührung steht, wird von sich selbst einen eben so großen Grad (vermög des IV. Gesetzes §. 199.) der entgegengesetzten Elektricität (§. 198.) erhalten; folglich + E, oder — E werden, je nachdem die mit dem Hauptleiter verbundene Fläche — E, oder + E erhalten hat; und die Flasche nennt man in diesem Zustande geladen.

2. Versuch. Wenn aber, indem die eine Fläche der Flasche + E, oder — E vom Hauptleiter

erhält

erhält, die andere Fläche recht wohl isolirt steht, so kann die Flasche nicht geladen werden. Es ist also um eine Leidnerflasche laden zu können, wesentlich nothwendig:

a) Daß eine der beyden Belegungen unisolirt bleibe.

b) Daß das + E an einer Fläche der Flasche ausser aller leitenden Verbindung mit der — E haltenden Fläche stehe. — Uebrigens hängt ein höherer Grad der Ladung bey sonst gleichen Umständen bloß allein von der Größe der Oberfläche der belegten Flasche ab, und ist keineswegs mit der Masse der Belegungsmaterie im Verhältniß; denn eine Leidnerflasche, der die Belegung z. B. Zinnfolie recht wohl anliegt, läßt sich in einem eben so großen Grade laden, als eine eben so große Flasche, die ganz mit Metall ausgefüllt wird; woraus ganz klar erhellt, daß die elektrische Materie in einer geladnen Leidnerflasche nicht an der Belegung, die nur zu einem zuführenden und abführenden Mittel der Elektricität dient, sondern vielmehr an der Glasfläche gebunden bleibe, bis sich das + E auf einer Seite mit dem — E auf der andern Seite durch einen Mittelleiter so nahe kommen, daß sie sich einander vernichten, oder zu o E werden, in welchem Falle man die Flasche entladen zu nennen pflegt.

§. 202.

1. Versuch. Wenn man eine recht wohl isolirte innerlich + E geladene Leidnerflasche A an ihrer äussern Belegung mit der innern Belegung einer ungeladenen und nicht isolirten Flasche B in Verbindung bringt, während daß man die innere Belegung der Flasche A öfters allein berührt; so wird man zwischen dem berührenden Knöchel und der innerlich berührten Belegung sowohl, als zwischen der äussern Belegung der Flasche A und der innern der Flasche B bey jedesmaliger Berührung einen weitmehrstechenden Funken, als die gewöhnlichen einfachen wahrnehmen, und die + E an der innern Fläche der Flasche nimmt nach und nach ganz ab, so wie die — E in der Flasche B immer mehr und mehr zunimmt; wie es beyde Elektrometer C und c weisen. — Ist im Gegentheile die Flasche A innerlich mit — E geladen, so wird die Flasche A nach mehrmaliger innerer Berührung die nemlichen stechenden Funken geben, ihr — E immer mehr abnehmen, so wie das + E in der Flasche B immer zuwächst. Entladene Leidnerflasche. Taf. IX. Fig. 1.

2. Versuch. Halte ich eine Hand an die äussere Belegung einer geladenen Flasche, während daß ich mit der andern Hand eine gut getrocknete Glasröhre oder einen gut ausgedorrten Knochen an die innere Belegung bringe, so empfinde ich in beyden Fällen keine Erschütterung (§. 201. 1. Vers.) und die Flasche verliert nach der Berührung mit der Glasröhre nichts merkliches von ihrer Ladung.

wohl aber wird sie nach etwa 1 Minuten langen Berührung mit dem benannten Knochen ganz entladen.

3. Versuch. Bringt man aber einen ununterbrochenen leitenden Körper nach der Ladung einer Flasche zwischen beyden Belegungen zur Berührung, so daß die + E der einen Fläche mit der — E der andern in Verbindung treten kann, so werden sie sich einander auf einmal mit einem zur Ladung verhältnißmäßigen Schlage oder Explosion aufheben und vernichten, ohne deßwegen brennliche Körper z. B. Pulver u. a. zu entzünden, wenn der ununterbrochene Leiter sich auch mitten darinn befindet. Wird dieser Versuch mit mehreren solchen geladenen Flaschen angestellt, die mit einander sowohl an ihrer äussern als innern Belegung in Verbindung stehen, und die man deßwegen eine elektrische Batterie nennt, so ist die Explosion noch weit heftiger, ein dünner sich dazwischen befindlicher Metalldrath wird geschmolzen, und wenn der dazwischen gebrachte Leiter in etwas unterbrochen, so werden beym Uebersprunge des Funkens von einem Ende zum andern brennliche Körper angezunden, Glasblatten zertrümmert, Fische, Vögel und andere Thierchen in diesem Erschütterungskreise getödtet, mehrere Kartenblätter durchgeschlagen, eine Nadel magnetisirt, eine Reihe von sich berührenden Eyern leuchtend gemacht, an einer sogenannten Blitzscheibe blitzähnliche feurige Strahlen erzeugt, eine Blitzscheibe im Wasser und die Zahlen im

elektri-

elektrischen Würfel leuchtend dargestellt, und d. gl. m.

Hieraus läßt sich mit Grunde folgern, daß

a) Eine geladene Leidnerflasche durch Berührung einer jeden Belegung ins besondere nicht auf einmal entladen werden könne, und auch keinen elektrischen Schlag gebe (1. Vers.)

b) Daß ausgetrocknete Knochen als Halbleiter im Erschütterungskreise zwar keinen Schlag geben, aber doch die Flasche etwas geschwinde ausladen. (2. Vers.)

c) Daß nur dann eine Entladung der Flasche auf einmal möglich sey, wenn eine gute leitende Verbindung zwischen beyden Belegungen angebracht wird. (3. Vers.)

d) Daß der Schlagfunke in dem Erschütterungskreise nur da leuchte, nur da zünde, und andere Verheerungen anrichte, wo seine Leitung unterbrochen ist.

* Vom Seitenschlage, von den Henlyschen, allgemeinen Ausladen, vom Ausladerelektrometer, von den Sperrflaschen, wie auch von andern praktischen Regeln bey dem Laden und Entladen einer Batterie, um auch ganzes Pulver mittelst einer nassen Schnur, oder einer nassen Glasröhre anzuzünden, am Hauptleiter auch Kerzenlicht anzuzünden, Schwamm auf dem Wasser,

Spren-

Sprengwerke unterm Wasser anzuzünden, und andere wichtige Versuche zuverläßig machen zu können, wird in den Vorlesungen praktischer Unterricht gegeben.

§. 203.

Elektrophor. Der Elektrophor ist eine seit dem Jahre 1775 durch Volta einen mayländischen Naturforscher erfundene elektrische Geräthschaft, wodurch man eine lange Zeit elektrisiren kann, ohne die Elektricität durch Reibung u. d. gl. aufs neue erregen zu dürfen; man heißt ihn deßwegen auch den beständigen Elektricitätsträger, und vertritt die Stelle einer sehr einfachen Elektrisirmaschine, die gewöhnlich aus einem runden dünnen sehr glatten Kuchen von einer harzigen Materie besteht, der auf einer gleich großen glatten Scheibe (Form) vom Metall, oder vom Holz, das mit Metallblättchen überzogen ist, in einer horizontalen Lage ruht, und ohne Risse, und Staub seyn muß. Mitten auf dem Kuchen liegt ein starkleitender der Form desselben ähnlicher dünner glatter und allenthalben dicht an den Kuchen anschließender runder Deckel, der aber im Durchmesser kleiner seyn muß, als der Kuchen, so, daß dieser rings um ihn her einen unbedeckten Rand von etwa 1 bis 1 $\frac{1}{2}$ Zoll Breite enthält. Um den Deckel aufheben zu können, so, daß er völlig isolirt bleibt, sind entweder an seinem Rande ringsumher einige etwas lange seidene Schnüre, die oben zusammen gehen, befestiget, oder es wird mittelst eines

gläser-

gläsernen Handgriffs auf und nieder gelassen. — Bey allen Theilen des Elektrophors muß man alle Ecke und Spitze, so viel nur immer möglich ist, vermeiden und daher alle Oberflächen recht glatt machen. Man kann statt des Harzes auch Glas zu den Kuchen des Elektrophors nehmen, allein harzige Materien werden dem Glase gewöhnlich vorgezogen, weil sie die Elektricität länger behalten, als das Glas.

Aus der ganzen Construction des Elektrophors sieht man augenscheinlich, daß der Elektrophor im Grunde nichts weiter sey als eine belegte Leidner Platte, derer eine Belegung man nach Belieben abnehmen kann.

* Daß gemeine weiße Bech dient zu so einem Kuchen recht gut, wenn man seine Sprödigkeit durch Zusatz vom Terpetin vermindert. — Pickel giebt eine Composition von 5 Theilen Gumilak, 3 Theilen reinen Mastix, und 2 Theil venetianischen Terpentin an, welches zusamm in eine Leinwand gebunden, in einem neuen irdenen Geschirre bey gelinden Kohlenfeuer zerlassen, durch die Leinwand gedrückt, und entweder noch flüßig auf die Form getragen, oder nach dem Erkalten gepülfert aufgestreut, und wieder zerlassen wird. Jacquet schlägt eine Mischung vor, welche halb Kolophonium, und halb weisses Bech enthält, nebst etwas Terpetin das Springen zu verhüten, und etwas Zinnober zum färben. Oft thut man auch Festigkeit halber etwas

Zie-

Ziegelmehl hinzu. Sonst wird auch der Kuchen aus gleichen Theilen Harz, Siegellak und Schwefel mit etwas Terpetin verfertiget.

§. 204.

Durch Reibung geladener Elektrophor.

Die Elektricität des Harzkuchen erregt man am besten, wenn man ihn unisolirt erst mit einem trockenen warmen Tuche recht wohl durchreibt, und dann mit einem trockenen warmen Katzenbalg reibt, oder noch besser mit einem doppeltzusammengelegten warmen trockenen Stück Flanel, das man mit beyden Händen hält, schlägt, und nach jedem Schlage den Flanel über den ganzen Kuchen hinweg gegen sich hinzuzieht, oder auch den Kuchen auf eben die Art mit einem Fuchsschwanze peitscht. — Ein auf diese Art mit — E geladener Elektrophor giebt nun folgende Erscheinungen:

a) Setzt man den Deckel mittelst der seidenen Schnüre, oder des isolirten Handgriffes auf die Unterscheibe oder Basis, und hebt ihn wieder ab ohne ihn berührt zu haben, so zeigt das Elektrometer keine Elektricität.

b) Berührt man aber den wie vorhin aufgesetzten Deckel, so erhält man einen kleinen, aber stechenden Funken. — Berührt man mit einem Finger den Deckel, mit dem andern die Form, so fühlt man bey starker Elektricität einen erschütternden Schlag, wie aus einer geladenen Flasche.

c) Nach

c) Nach diesen Berührungen zeigen weder Deckel noch Form, so lange sie in der Verbindung stehen, einige Spuren der Elektricität.

d) Hebt man hierauf den Deckel isolirt auf, entfernt ihn genug von der Basis, und berührt ihn nun wieder, so findet man den Deckel geladen, er schlägt auf den berührenden Knöchel, wie ein Conduktor an einer gemeinen Elektrisirmaschine, Funken, die aber viel stärker sind, wenn man vorhin den Deckel und Form zugleich, als wenn man den Deckel allein berührt hat.

e) Das bisher beschriebene Verfahren oder diese Ladung des Deckels läßt sich, so oft man will, wiederholen, ohne daß der Kuchen etwas merkliches von seiner Elektricität verliert, bis ihm endlich die Feuchtigkeit der Luft selbe entzieht.

f) Fängt man den Funken des geladenen und abgehobenen Deckels (d) mit der inneren oder äussern Belegung einer unisolirten Leidnerflasche auf, so wird diese nach öfterer Wiederholung des Funkens mit + E geladen, und alle die Erscheinungen der Leidnerflasche geben. (§. 200.) Es ist also die Elektricität des berührten und aufgehobenen Deckels jener des Kuchens entgegengesetzt.

g) Wird aber der aufgesetzte Deckel statt mit dem Knöchel oder andern Leitern (b) mit einer der beyden Belegungen einer unisolirten Leidnerflasche berührt, so wird die berührende Fläche nach öfterer

Wiederholung des Funkens mit — E geladen, folglich hat der Deckel vor der Berührung die nemliche Elektricität mit dem auf vorige Art elektrisirten Kuchen.

h) Isolirt man die Basis des nach voriger Art unisolirt geriebenen Elektrophors, so kommen alle vorige Phönomene zum Vorschein; ausser daß man nicht nur bey der Berührung des aufgesetzten Deckels, sondern auch bey Berührung der Form Funken erhält, die aber entgegengesetzte Elektricität enthalten, weil sie, wenn sie durch zween Finger (nach b) zusammengeleitet werden, einen elektrischen Schlag machen, sich einander aufheben, und nachher der ganze Elektrophor ○E zu haben scheint.

i) Wird nun aber der Deckel nach der Berührung aufgehoben, so findet man itzt mittelst der Elektrometer wieder nicht allein den Deckel, sondern auch die Form geladen, und zwar in diesem Falle den Deckel mit + E und die Form mit — E, so wie man vor der Berührung den Deckel — E und die Form + E zu enthalten gefunden hat. Ladet man ein kleines Leidnerfläschchen innerlich an dem unberührten Deckel, und das andere an der unberührten Form wiederholt mit mehreren Funken, so wird jenes mit — E, dieses mit + E geladen seyn. — Ladet man aber das eine an den aufgehobenen Deckel, und das andere an der Form nach aufgehobenen Deckel, so wird jenes mit + E, und dieses mit — E geladen seyn; beyde Fläschchen geben nach

ihrer gehörigen Verbindung einen heftigen elektrischen Schlag aufeinander, und machen o E.

k) Wird der Deckel nach der Berührung aufgehoben, und ohne in der Höhe berührt geworden zu seyn wieder niedergelassen und aufgesetzt, so sind in allen Fällen Form und Deckel ganz todt, ohne einige Merkmale der Elektricität zu zeigen. Daß sich diese Erscheinungen des Elektrophors ganz auf Vertheilung, oder auf die Lehre von den elektrischen Wirkungskreisen (§. 119. IV.) gründen, ist schon aus dem Perpetuellen desselben klar, welches nicht statt finden könnte, wenn der geriebene Elektrophor etwas von seiner Elektricität mittheilen sollte.

§. 205.

Durch Mittheilung geladener Elektrophor.

A) Da der Elektrophor im Grunde nichts weiter ist, als eine belegte Leidnerplatte oder Flasche, deren eine Belegung man nach Gefallen abnehmen kann (§. 220.) so kann man ihn auch eben so wie die Flasche durch Mittheilung laden, wenn man seinen Deckel bey unisolirter Basis, oder seine Basis bey unisolirtem Deckel mit dem ersten Leiter der elektrischen Maschine verbindet, wobey die mit dem ersten Leiter verbundene Fläche + E, die gegenüberstehende Fläche aber — E erhält, und eine die andere so lange gebunden hält, bis man zugleich die Basis und den Deckel durch einen Leiter zur Berührung bringt, wo selber einen erschütternden Schlag giebt, und als Leidnerplatte betrachtet entladen gefunden wird. Aber dennoch ist in dem Deckel sowohl als in der

Form noch ein Theil der Elektricität da, den der Kuchen gebunden hält. Hebt man also den Deckel an seinen Schnüren in die Höhe, so wird sein + E, die vorhin durch — E des Kuchens gebunden war, wieder frey, und giebt bey der Berührung einen Funken. Es ist also der Elektrophor vor der Berührung eine wahre geladene Leidnerplatte, so wie jede ausgeladene Leidnerplatte ein geladener Elektrophor ist; denn werden beyde Belegungen einer entladenen Leidnerplatte isolirt weggenommen, so äussern sie beyde die entgegengesetzte Elektricität, wie die Belegung des Elektrophors nach dem Schlage.

B) Führt man die — E enthaltende Belegung einer geladenen Leidnerflasche, deren positive Belegung man in der Hand hält, auf der Oberfläche des Kuchens herum, so bekömmt der Elektrophor eine viel größere — E, als ihm jemals durch Reiben gegeben werden kann, und die Elektricität des geriebenen Elektrophors wird dadurch außerordentlich verstärkt. — Fährt man mit dem Knopfe einer Flasche, welche + E hat, auf dem Kuchen hin und her, indem man die negativ elektrische Belegung in der Hand hält, so bekömmt der Kuchen + E, wodurch anfänglich sein — E geschwächt wird, und im Fortgange ein Ueberschuß von positiver Elektricität entsteht.

C) Setzt man eine mit + E geladene Batterie auf den Kuchen des Elektrophors, und entladet sie wieder durch eine leitende Verbindung zwischen ihrer

innern

innern Fläche, und der Form des Elektrophors, so wird die — E desselben noch am stärksten vermehret.

* Vom doppelten Elektrophor des Hrn. Prof. Lichtenberg; vom Glanzleinwand-Tuch-Lederelektrophor, sonst auch Luftelektrophor, und vom Condensator oder Mikroelektrometer des H. Volta in den Vorlesungen.

§. 206.

Symers, Kratzenstein, u. a. Theorie.

Um die elektrischen Erscheinungen zu erklären setzte Symer, Kratzenstein, Wilke, Bergmann, Karsten, Forstner, Lichtenberg ihrer Theorie zwo verschiedene sich entgegengesetzte elektrische Materien voraus, und nannten beynahe alle die Materien von + E Feuer, noch an reine Luft gebunden, und die von — E Phlogiston. Sie gründeten ihre Meynungen vorzüglich darauf, daß man 1stens aus zwey reelen sich entgegengesetzten Wirkungen auch auf zwo reele sich entgegengesetzten Ursachen schließen könne, und daß 2tens bey einem jeden elektrischen Funken, wo + E und — E zusammentreffen, aus Erfahrung durch Geschmack und Geruch, eine wahre chemische Zersetzung vorgehe, welche nothwendig wenigst zwo Materien voraussetzt, deren eine die andere zerlegt, indem sich eine Materie nicht selbst zersetzen kann. Die Sätze dieser symmerischen Theorie sind folgende:

Jede Materie hat für sich die Eigenschaft, daß

a) ihre Theile sich unter einander selbst wegstossen;

b) von andern Massen aber angezogen werden;

c) daß dieser feurige und der phlogistisirte Stoff sich einander anziehen, und in ihrer Verbindung einen zusammengesetzten Stoff ausmachen, der keine elektrische Erscheinung darstellen kann, bevor er wieder in jene ursprüngliche ungleichartige Bestandtheile, als seine Grundstoffe, zerlegt wird. — Die entgegengesetzten elektrischen Erscheinungen im geriebenen Nichtleiter und seinem Reibzeuge z. B. im glatten Glase und dem amalgimirten Küsse erklärten sich daraus:

Durchs Reiben des glatten Glases an den Küssen werden beyde Stoffe auf einen bisher noch unbekannte Art entbunden, und von einander abgeschieden. Das Feuer geht im Dunkeln sichtbar aus den Küssen in das Glas, und von diesem eben in den ersten Leiter über, wird durch die angränzende trockene Luft am Leiter gebunden, und umgiebt ihn als positiver Wirkungskreis. In das Küssen geht anstatt des Feuers ein phlogistischer Stoff über; wenn nun mit den Küssen ein isolirter Leiter verbunden ist, so wird auch dieser phlogistische Stoff nicht weiter abgeleitet, sondern er umgiebt den Leiter als negativer Wirkungskreis. Ein Harzkuchen zieht

dagegen

dagegen aus seinem Reibzeuge z. B. aus dem Fuchsschwanze den phlogistischen Stoff, führt ihn dem damit verbundenen Leiter zu, überläßt aber dem Reibzeuge, und dem damit verbundenen Leiter das Feuer; er macht also jenen Leiter — E oder negativ, diesen + oder positiv. Das Phlogiston und die reine Luft des Feuerstoffes äussern sonst gegen einander starke Verwandschaft; also werden der positive und der negative Wirkungskreis, wenn einer dem andern nahe genug kömmt, einander mit Heftigkeit anziehen, und in eben dem Augenblick, wenn die reine Luft, die das Feuer gebunden hält, sich mit dem Phlogiston verbindet, wird das Feuer in der Gestalt des Funkens entbunden. Auf diese Art erklären sie, warum ein positiv elektisirter Leiter gegen einen negativ elektrisirten, und umgekehrt Funken schlägt; und so führen sie den Erfolg bey den übrigen elektrischen Erscheinungen auf die nemliche Vorstellung zurück. — Bey den entgegengesetzten Wirkungskreisen zweyer isolirter Körper, deren einer mit + E oder — E geladen dem unelektrisirten sich nähert, und selben durch die Vertheilung an dem nächsten Ende entgegengesetzt elektrisirt (§. 199. IV.), stoßt nach dieser Theorie der mit + E beladene Körper A das Feuer der ihm zugewandten Seite vom Körper B zurück, und zieht an dessen Platz den phlogistischen Stoff aus dem davon abgewandten Ende herbey; hiedurch wird die dem A zugewandte Seite des Körpers B — E, und die davon abgewandte + E äussern u. s. w. Da sich

die

die Erscheinungen des Elektrophors bloß auf Vertheilung und auf die Lehre von dem elektrischen Wirkungskreisen gründen (§. 204.) so haben selbe nach dieser Theorie die nemliche Erklärung. — Die Ladung und Entladung der Leidnerflasche ergiebt sich nach dieser Theorie daraus: Wenn man z. B. die innere Belegung + E macht, so zieht die äussere mehr — E oder Phlogiston aus den leitenden Massen, die sie berührt; deßwegen darf die zu ladende Flasche nicht isolirt seyn (§. 201.), und beyde + E und — E nemlich Feuer und Phlogiston werden sich durch das Glas so einander binden, daß eines ohne dem andern von ihren Flächen nicht wegtreten kann, bis ihnen durch einen leitenden Körper der Weg gebannt wird, vermög ihrer gegenseitigen Anziehung als zween Ströme + E von innen, und — E von aussen zugleich gegeneinander zu fahren, wo der phlogistische Strom das Feuer zersetzt, sich mit der reinen Luft vereint, und den Feuerstoff frey macht. Die heftige Wirkung beyder Ströme gegeneinander verursachet die Erschütterung, das dabey freygewordene Feuer die Entzündung der brennlichen Körper u. dgl. m.

§. 207.

Franklins Theorie.

Mehrere der gelehrtesten Naturforscher erklären dagegen diese Phönomene mit Herrn Franklin aus dem Mangel und Ueberflusse eines einzigen Stoffes, zwar nicht immer so leicht und so glücklich, wie Kratzenstein, Karsten, u. a. (§. vorg.)

doch

doch viel einfacher. Franklin gründet seine Meynung darauf, daß 1stens eine und die nemliche Materie nach verschiedenen Graden ihrer Anhäufung durch plus und minus alle bekannten elektrischen Phönomene hervorbringen könne, und daß 2tens dieses plus und minus sich eben so einander aufheben und vernichten, wie zwo sich entgegengesetzte Materien, daß also eine von diesen überflüßig angenommen werde. Die Sätze dieser frankischen Theorie sind folgende:

a) Es liegt in allen Körpern eine feine Materie verbreitet, von welchen die elektrischen Erscheinungen abhängen.

b) Die Theile dieser Materie stossen sich mit ihrer Expansivkraft einander ab, werden aber von den Theilen anderer Körper angezogen.

c) Wenn die Körper ihre ursprüngliche Menge dieser Materie enthalten, so zeigen sie keine elektrische Erscheinungen, und befinden sich so im natürlichen Zustande.

d) Wenn aber in einem Körper mehr elektrische Materie angehäuft wird, als seine natürliche Dosis beträgt, so ist er positiv elektrisirt; und wenn seine natürliche Dosis demselben entzogen wird, so ist er negativ elektrisirt.

e) Dieser Ueberfluß oder Mangel der elektrischen Materien entsteht entweder durch Uebergang, oder

durch

durch Vertheilung. — Da also der elektrische Wirkungskreis nichts anders als durch Vertheilung elektrisirte Luft ist, so läßt sich darnach auch einsehen, warum zween negativ elektrisirte Körper sich abstossen. Da dünne Nichtleiter, wie Glas, zwar den wirklichen Uebergange der Elektricität, nicht aber den Wirkungen des Anziehens und Abstossens widerstehen, so erklärt Franklin auch die Ladung der Flasche sehr leicht. Wenn nemlich die innere Belegung positiv elektrisirt wird, so stößt die hier angehäufte elektrische Materie die der unisolirten äußern Seite aus, und daher wird diese negativ; ist aber diese Seite isolirt, so kann sie nicht negativ, folglich auch die innere nicht positiv werden. Werden beyde Belegungen einer geladenen Leidnerflasche in leitende Verbindung gebracht, so strömt der Ueberfluß von einer Belegung zur anderen mangelleidenden Belegung plötzlich über, und stellt wieder das Gleichgewicht her. — Auch die Erscheinungen des Elektrophors lassen sich nach Franklins Theorie erklären. Selbst die Umdrehung des auf einer elektrisirten Spitze horizontalliegenden und zugespitzten S, des besonders dazu eingerichteten Weltsystems, des elektrischen Flugrades nach einerley Richtung durch positive und negative Elektricität folgt ganz leicht und einfach aus dieser Theorie.

§. 208.

So sehr man sich bisher mit elektrischen Versuchen und Untersuchungen beschäftiget hat, so müssen wir doch eingestehen, daß wir von der eigentlichen Natur der elektrischen Materie nur sehr wenig wissen. Sie stellen uns dabey Erscheinungen dar, die mit jenen der aus Wärme- und Lichtstoff zusammengesetzten Feuermaterie (§. 185.) die nemlichen zu seyn scheinen; als nemlich: Ueber die Natur der elektrische Materie.

a) Die elektrische Materie ist in allen Körpern vorhanden, und äußert vorzüglich nach vorgehender Reibung ihr Daseyn, wie die Feuermaterie.

b) Der elektrische Funke erscheint uns im freyen eben so unter verschiedenen Farben, wie die Feuermaterie.

c) Die elektrische Materie entzündet Weingeist, Hexenmehl, Pulver, entzündbare Luft, schmelzt und verkalkt Metalle, wie die im Brennpunkte versammelten Sonnenstrahlen, u. dgl. m.

Andere Erscheinungen aber führen uns wieder auf einen auffallenden Unterschied zwischen selben, als:

a) Die Feuermaterie dehnt im Thermometer die Liquoren, und im Pyrometer die festen Körper aus, und erwärmt sie; aber keineswegs die elektrische Materie.

b) Die

b) Die Feuermaterie greift entzündbare Materien vor den Metallen an; die Metalle können sie vor der Entzündung beym Zutritte der Feuermaterie nicht verwahren, wohl aber beym Zutritte der elektrischen Materie. Herr de Lüc hat es versucht eine Theorie der elektrischen Materie zu entwerfen, die uns vielleicht nähere Aufschlüsse über die Natur, und das Wesen derselben verschaffen kann. Er hält sie mit allem Grunde für eine zusammengesetzte Flüßigkeit, die wie der Wasserdunst aus einem fortleitenden Flüßigen oder expansiven Stoffe, und aus einer eigenen Basis besteht, die er die elektrische Materie nennt; für einen Bestandtheil des erstern hält er das Licht. Die Kürze und Absicht eines Handbuches zu physischen Experimentalvorlesungen erlauben es nicht, seine scharfsinnige Theorie vorzutragen, ich muß daher hier auf seine Schrift selbst anweisen, und das mehrere davon mir für den mündlichen Vortrag verspahren. — Herr Prof. Gren schließt mit vieler Wahrscheinlichkeit aus dem, weil in allen Fällen, wo Elektricität ursprünglich erregt wird, immer ein brennbarer Körper vorhanden seyn muß, weil das Amalgama beym Elektrisiren wirklich unvollkommen verkalkt wird, und dann auch seine Wirkung merklich abnimmt, und weil man beym Elektrisiren immer einen eigenen phosphorischen Geruch gewahr wird, daß die Lichtmaterie als ein Bestandtheil des brennbaren Wesens hauptsächlich das elektrische Flüßige bilden helfe, und daß vielleicht

eine

eine Säure die Basis der elektrischen Flüßigkeit ausmache, die aber nur in äusserst geringer Menge mit der Lichtmaterie vereiniget ist.

* Hier noch etwas von einigen besondern Arten der Elektricität, als jener des Turmalin oder Aschenziehers, des brasilianischen Topas, des krystallisirten Galmey, des Boracits, und fast aller harten Edelgesteine, wie auch jener an Fröschen und an gewissen Fischen, als des Zitteraals, des Zitterrochens, des Zitterwels, und des elektrischen Stachelbauches, unter denen der Zitteraal die stärkste natürliche Elektricität giebt.

** Praktische Regeln bey der Anwendung der medicinischen Elektricität gegen verschiedene Krankheiten mittelst eines besonders dazu veranstalteten Apparats werden in Vorlesungen gegeben.

§. 209.

Wollen wir die Elektricität in ihrer ganzen Atmosphärische Elektricität. fürchterlichen Gewalt sehen, wie sie in einem Augenblicke mit einem betäubenden Knalle Menschen und Thiere tödtet, Bäume und Häuser anzündet, Metalle zerschmelzt, und Felsen zersplittert, so dürfen wir nur die Wirkungen des Blitzes betrachten. Fast alle Völker der Erde sahen den Gott des Donners als den mächtigsten unter allen Göttern an, weil sie keine Kraft in der Natur kannten, welche in ihren Wirkungen schrecklicher und heftiger wäre, als die des Donners und der

Gewitter.

Gewitter. Nun hat man sich aber auf mancherley Art überzeugt, daß diese Kraft keine andere, als die elektrische sey, die vorzüglich ihren Wohnsitz in hohen luftdünnen Regionen hat, wo sie ihre Kräfte freyer und ungehinderter äussern kann, als in dichterer Luft nahe an der Erde. Ihre Erscheinungen sind gleich fürchterlich, und gleich merkwürdig; ich will sie sodann durch Erfahrungen, die man sowohl A) mit dem elektrischen Drachen als B) mit dem eigenen atmosphärischen Elektricitätsmesser angestellt hat, ans Licht setzen.

§. 210.

Elektrischer Drache.

Man befestige an gemeine papierne Drachen, dergleiben die sind, mit welchen die Kinder spielen, eine aus Metallfäden und Bindfäden zusammengewundene Schnur, und lasse den Drachen fliegen, nachdem man vorher sein Papier mit Firniß überzogen und getränkt um es gegen den Regen zu schützen, und an das End der leitenden Schnur eine starke seidene Schnur gebunden hat, um ihn zu isoliren. Wenn der Drache hoch genug steigt, und sich der Donner in der Ferne hören läßt, so häuft sich die elektrische Materie oft so stark um die Schnur des Drachens an, daß sie selbst bey Tage mit einer Lichtsäule umgeben zu seyn scheint; sie zieht leichte Sachen, die auf der Erde liegen, an, und giebt schon in größerer Entfernung große Funken, die mit einem heftigen Knalle begleitet sind. Ja bey einem nahen Gewitter ist es gar nicht rathsam

den

den Drachen steigen zu lassen, weil man auch bey der grösten Vorsicht dennoch der augenscheinlichsten Gefahre ausgesetzt seyn würde.

§. 211.

Atmosphärischer Elektrometer.

Der um die Meteorologie sowohl, als überhaupts um alle übrige Zweige der Naturslehre so verdienstvolle Hr. Prof. Hemmer errichtete sowohl auf dem churfürstlichen Observations-Gebäude in Mannheim, als auch über das Observatorium auf dem Peissenberg eine Art Elektrometer, die nur dazu dienen, um die Elektricität des Dunstkreises zu erforschen, die man atmosphärische Elektricitätsmesser zu nennen pflegt.

So ein Elektricitätsmesser besteht aus einer eisernen 20 Schuhehohen Ruthe a b die in eine kupferne Spitze b ausläuft, und unten bey a in ihrer grösten Dicke auf einen $1\frac{1}{2}$ Schuh langen Glascylinder S ruhet.

Diese Glassäule S ist auf einen 3 Schuhe hohen und mit Sturz überzogenen Balken A befestigt, und mit einem kupfernen Hut K versehen, um sie wider die Feuchtigkeit zu schützen.

Ober diesem Hute ist die Stange f g befestigt; sie geht durch den Dachstuhl bis ins Beobachtungszimmer herab, und ist, um alles Ausfliessen des elektrischen Stroms zu verhindern, durch gläserne Cylinder allenthalben isolirt. An ihrem Ende ist sie mit der Eisenstange m n verbunden, P und N sind messingene Kugeln von 3 Zollen im Durchmesser.

Die

Die zwey Eisenstangen, an welchen sie befestigt sind, lassen sich vor- und rückwärts bewegen, und auf der Stange r o ist eine Eintheilung von 3 franz. Zollen in Linien, um nach diesen die Stärke der Elektricität zu messen. U sind zween Fäden mit Holundermarkkügelchen, und W ein Glockenspiel. c d und f h sind eisene Stifte, deren Spitzen dazu dienen, den Zustand der Elektricität zu erforschen.

Bey Q fängt die Eisenstange f p an, welche aus dem Zimmer hinaus, in die Erde geht, und an welcher auch die Materie abgeleitet wird.

Bey der Untersuchung der Stärke der Elektricität zieht man die Kugel N so lange zurück, bis sich zwischen beyden Kugeln kein Geknister oder Schlag eines Feuerfunkens hören läßt. Rückt man die zween eisene Stiften c d und f h gegen einander, so sieht man, wie bey der künstlichen Elektricitätsmaschine auf einer Spitze ein Feuersternchen, aus der andern aber einen Feuerbinsel mit einem Gezische hervorbrechen. Befindet sich der Pinsel auf der Seite der Kugel P, so giebt man eine positive Elektricität an, weil alsdann das elektrische Flüßige (nach Franklins Theorie) von den Wolken kömmt, und von der Stange f g in die Stange p h übergeht. Erscheint aber der Feuerpinsel auf der Seite der Kugel N, so nennt man sie negative Elektricität, weil sie alsdann von der Erde kömmt, und von der Stange p h in die Stange f g überfließt.

So

So seltsam und original diese Maschine ist, eben so wunderbar sind die Erscheinungen, die selbe äußert. Sie sind unter allen, welche die Natur hervorbringt, die schönsten, und ohne Vergleich interessanter, als jene, welche die Kunst an Elektrisiermaschinen verschaffet.

Ich setze hier die Geschichte derselben aus den Peissenbergischen Beobachtungen in folgenden Bemerkungen an:

1. Kömmt die Spitze der Ruthe a b in den Dunstkreis einer Elektrischen Wolke; so gehen die Holunderkügelchen aus einander, und wenn die Elektricität stark ist, so läuten die Glöckchen, das Feuer sprühet zwischen den Kugeln mit einem Knalle hervor, an einem Spitze zeigt sich ein Sternchen, und an dem andern ein Feuerpinsel.

2. Das hervorströmende Feuer hat einen schwefslichten Geruch und meist eine blaulichte Farbe.

3. Kömmt man mit dem Finger an den Theil der Maschine, so fahren stechende Funken auf denselben, und empfangt einen Stoß, wenn die Elektricität stark ist.

4. Ist die Gewitterwolke mit Blitz und Donner geladen, so geschieht bey einem jeden Blitze ein rasches und knisterndes Hervorbrechen des Feuers aus der Maschine, obgleich vorher nur eine schwache, oder gar keine Elektricität vorhanden war.

5. Ein jeder Sprung des Funkens von einer Kugel auf die andere ist mit einem Knalle verbunden, der desto gewaltiger ertönt, je weiter die Kugeln von einander entfernt sind. Aus den Spitzen aber strömt das Feuer nur mit einem sanften und leisen Gezische.

6. Die größte Schlagweite des Funkens, die man bisher beobachtete, beträgt 9 Linien, und etwas darüber.

7. Wenn auf einen heftigen Blitz, wie es oft geschieht, der Regen in dicken Strömen zu fallen anfängt, so wird die Elektricität am stärksten; es geschehen die stärksten Schläge, und es ist also bey diesen Umständen die größte Gefahr des Einschlagens.

8. Bey einem und dem nämlichen Gewitter, wo die Maschine Feuer giebt, bleibt selten der nämliche Zustand der Elektricität. Bald strömt das Feuer aus dem einen bald aus dem andern Spitze, oft ändert sich die Gattung derselben bey jedem Blitze.

9. Nach einem Blitz, wobey eine starke Entladung der elektrischen Materie geschieht, fallen die Holunderkügelchen meistens zusammen, gleich als wenn die elektrische Materie ins Stocken gerathen oder gehemmt wäre; gehen aber nach einer sehr kurzen Pause schnell wieder aus einander; oft aber kommen sie nicht einmal bis zur vollkommnen Berührung.

10. Bey diesem Zusammenfallen der Holunderkügelchen verändet sich meist die Gattung der Elektricität in eine andere, oft aber nicht.

11. Die

11. Die Wirkung des Elektrometers erstreckt sich manchmal bis auf eine Meile Wegs, je nachdem nämlich die Dunstkreise der Gewitterwolken sich ausdehnen. Man pflegt die Entfernung eines Gewitters aus der Zahl der Pulsschläge, die zwischen einem Blitze und dem darauf folgenden Donner geschehen, zu messen.

12. Die mehresten Erscheinungen der Elektricität ereignen sich vom April bis zum August.

13. Es darf nicht allemal blitzen und donnern, um Erscheinungen zu haben. Wir beobachten sie auch ohne denselben, und zwar in jedem Monate.

14. Im Winter, oder auch zu andern Zeiten bey stürmischen Schnee- oder Regenwetter ist die Elektricität eben so stark, als im Sommer bey Hochgewittern.

15. Schwarzgraue Wolken von ungeheuren Massen sind am häufigsten mit elektrischen Stoffe geladen, und werden am geschwindesten durch starke Regengüße entladen.

16. Die mehresten elektrischen Erscheinungen haben starke Winde, und meist West- und Südwestwinde zu Gefährten.

17. Die Erscheinungen an der Maschine dauern oft 3 bis 4 Stunden; oft aber kaum einige Minuten.

18. Oefters kömmt das Feuer aus den Wolken als von der Erde, d. i. öfters befindet sich die Erde in einem negativen Zustand, als die Wolken.

19. Bisweilen, aber selten, ziehen Gewitter mit Blitze und Donner über und neben der Maschine her, daß sich an derselben entweder gar kein Merkmal einer vorhandenen Elektricität, oder nur sehr schwach bey einem Blitze äussert.

20. Bringt man endlich bey elektrischen Gewittern die Kugeln bis zur gänzlichen Berührung zusammen, so ist keine Spur von Elektricität an der ganzen Maschine zu finden, so stark sie auch damit geladen ist. Rückt man sie wieder aus einander, so siehet man den elektrischen Strom wieder, hört die Schläge, und alles ist wieder im Feuer.

§. 212.

Natur der atmosphärischen Elektricität.

Es halten also die Gewitterwolken allemal und in einem sehr hohen Grade bald + E bald — E in sich, die in ihrer Natur und in allen ihren Wirkungen von jener an unsern künstlichen Elektrisiermaschinen ganz nicht, ausser in ihrer Intensität, unterschieden seyn kann. Am elektrischen Drachen sowohl als an dem besonders dazu eingerichteten Elektrometer kann man diese einförmigen Wirkungen bis zum schmerzhaften Beweise mit Händen greifen, mit Augen sehen, mit der Nase riechen, und mit auch nur kurzen Verstande begreifen. Daher ziehen oft Gewitterwolken den Staub, und andere leichte Sachen, wie ein elektrisierter Leiter, von der Erde wirbelnd in die Höhe, so daß man ihnen eine Staubsäule folgen sieht, wenn sie fortziehen: daher heben sie, wenn sie am nächsten sind,

oft

oft das Barometer schnell um eine halbe oder ganze Linie, und machen, wenn sie sich entfernen, daß es wieder fällt. Der Blitz ist also ein ungeheuerer elektrischer Funken, der zwischen einer Gewitterwolke und einem Gegenstande auf der Erde, welcher der Wolke nahe genug ist, ausbricht; daher werden die Spitzen der Thürme, und andere hohe Gegenstände am häufigsten vom Blitze getroffen. — In zwölf Jahren hatte der Blitz siebenmal in den Kirchthurm auf den Peissenberg geschlagen, und große Beschädigungen im Gotteshause angestellt, das nun durch den Wetterleiter von so verderblichen Wirkungen über 12 Jahre befreyt steht. Selbst aus dem Wege, den der Blitz nimmt, wenn er in ein Gebäude schlägt, und aus seinen Wirkungen, welche jenen an einer elektrischen Batterie ganz ähnlich sind (§. 202.) kann man sich noch zum Ueberflusse von seiner elektrischen Natur überzeugen; er fährt vorzüglich auf Metalle als auf gute Leiter, er beschädiget sie bey seinem Durchgange nicht, wenn sie dicht genug sind, wo sie aber aufhören, und mit Stein, Holz, oder andern schlechten Leitern verbunden sind, da zerschmettert er, und zündet. Dünne, oder kleine Stücke vom Metall schmelzt er, oder vernichtet sie wohl ganz; so schmelzt er zuweilen einen Degen in der Scheide, Geld in den Taschen, Schnallen in den Schuhen, Nadeln in der Büchse u. s. w.

* Diejenigen Steine, von welchen der Pöbel glaubt, daß sie mit dem Blitze vom Himmel fallen,

und

und die er deßhalb Donnerkeile nennt, gehören zu den unzähligen Arten von Versteinerungen, die man allenthalben so häufig auf der Erde antrift, und haben mit dem Blitze und Donner nichts gemein.

§. 213.

Blitzableiter oder Wetterableiter.

Herr Franklin war der erste, welcher über die Elektricität der Atmosphäre und der Gewitter Versuche machte, und auch andere Naturforscher aufmunterte seinem Beyspiele zu folgen. Seine großen Kenntnisse in der Elektricität brachten ihn auf den so glücklichen Einfall, daß man Gebäude durch metallene spitzige Stangen auf unsern Dächern, die man mittelst eines dicken Draths mit der Erde verbände, von der Gefahr des Blitzes sichern könnte. Die franklinische Theorie der Blitzableiter gründet sich auf folgende Sätze, welche theils durch die elektrischen Versuche, theils durch die Erfahrung von Wetterschlägen hinlänglich bestättiget sind, daß nämlich

Erstens: Eine ununterbrochene metallene Leitung von genugsamer Dicke den Blitz oder die elektrische Materie ohne Beschädigung anderer Körper bis an ihr Ende herabführe, wobey man bemerkt, daß der Wetterstrahl nur da gewaltsam wirke, wo er entweder den ersten Anfall äussert, oder wo er einen allzudünnen Drath glühend macht, zerschmilzt, und dadurch benachbarte Körper entzündet, oder endlich, wo er von einem Metalle zum andern durch Nichtleiter oder schlechte

Lei-

Leiter als Luft, Steine, trockenes Holz u. d. gl. überspringen, oder durchbrechen muß, und daß er jederzeit die feuchte Erde oder das Wasser, wodurch er sich mit den leitenden Theilen des Erdbodens verbinden kann, zu erreichen suche.

Zweytens. Daß metallene Spitze das Vermögen besitzen die Elektricität aus dem Dunstkreise ohne Funken und Schlag abzuleiten, indem sie die Wolken selbst angreifen, den nächsten Theilen derselben ihre Elektricität in der Stille entziehen, selbe entkräften, und in den meisten Fällen selbe gar nicht zum Schlage lassen; daher das Leichten der Spitze unter einer Wetterwolke zur Nachtszeit. Das erste verhütet die Beschädigung beym Schlage, das zweyte vermeidet, soviel möglich, den Schlag. Diesen zween Grundsätzen gemäß würde ein Gebäude hinlänglich geschützt seyn, wenn an ihm eine metallene Verbindung angebracht ist, welche 1) den ersten Anfalle des Blitzes auszuhalten gewachsen ist, und über alle Theile des Gebäudes hervorraget, 2) ununterbrochen d. i. mit möglichst genauer Berührung aller ihrer Theile fortgeführt, und 3) in einem frey abfließenden Wasser sich endet. Nach diesem franklinischen Vorschlage und seinen wohlgeprüften Grundsätzen versah man zuerst in Nordamerika und nachher auch in Europa in ausländischen Orten sowohl als auch hier in Baiern viele Gebäude mit solchen metallenen und zugespitzten Stangen, die man ihrer Wirkung

wegen Blitzableiter zu nennen pflegt, die Erfahrung hat bereits bey vielen Gelegenheiten ihren größten Nutzen ganz ausser Zweifel gesetzt, und alle Vorurtheile dagegen sogar auch schon beym Landvolke getilget; wirklich stehen solche Triumphszeichen über Vorurtheile auf den Gebäuden einiger Bauern in der Grafschaft Sinching, die nun unerschrocken unter dem Schutze dieser Waffen bey umherschlängelnden Blitzen und fürchterlichen Donnerschlägen ruhig und kummerlos leben.

* Praktische Regeln bey einer genauen Einrichtung eines Blitzableiters werden in den Vorlesungen gegeben; indem ein Model eines Hauses (elektrisches Donnerhaus) mit einem Ableiter und der ganzen dazu nöthigen Vorrichtung besetzt wird, an welchem zugleich mittelst der künstlichen Elektricität der Nutzen der Blitzableiter nebst den schädlichen Wirkungen des Blitzes auf ein damit unbesetztes Gebäude augenscheinlich bewiesen wird.

§. 214.

Hagelgewitter.

Nebst dem, daß manchmal unterm Gewitter, das über unserm Scheitel wüthet, seine Blitze zerstörende Feuerschläge für Menschen, Thiere, und Wohnungen werden, geschieht es auch manchmal, daß statt Wassertropfen gefrorne Eiskörner gleich harten Steinen von beträchtlicher Größe und in solcher Menge aus den blitzreichen Wolken strömen, daß sie die Fenster zerschmettern, die Blätter und Früchte der Bäume zerschlagen, die Saaten

verheeren, und auch große Stücke Waldungen niederreissen. Diese Verheerungen stehen mit der Größe, der Eis- oder sogenannter Hagelkörner, mit ihrer Menge, und mit der Höhe, von der sie herabfallen, im Verhältniß. Die Entstehung des Hagels stellte man sich ganz unzuverläßig so vor: Im Sommer steigen die Dünste, wie von einem Destillirofen, in die hohe Luftgegenden, wo große Kälte herrscht, und die von den Alten Hagelregionen genannt wurden; da erkältet denn in diesen obern Wolkengegenden die Luft über ihren Ersättigungsgrad, die aufgelöste Dünste rinnen zusammen, werden Schnee, oder stürzen in Wassergestalt vermög ihrer Schwere abwärts; der Sturz in den hohen kalten Gegenden geschieht nach und nach, wo sich dann immer mehrere Wassertropfen, Dünste, und Schneetheilchen vereinigen, zusammenfrieren, und Hagelkörner gestalten, die vom Winde getrieben mehr aneinander gebracht, zusammengeballt, in Schlossen gebildet, und herabgeschleudert werden. — — Allein die gewöhnliche Kälte in der hohen Luftgegend ist wohl nicht hinreichend zur Erzeugung des Hagels; denn sonst müßte jedes Gewitter mit Hagel erscheinen, es müßte vorzüglich im Winter ein Hagel entstehen, und die Nacht blieb nie frey vom Hagelgewitter, die doch davon gewöhnlich befreyt sind. — Man hat demnach zu besondern sauerartigen Ausdünstungen seine Zuflucht genommen, diese salzichten Ausdünstungen in die hohe Luftgegenden emporsteigen und dadurch die gählinge Ha-

gel erzeugende Erkaltung hervorbringen lassen. — Allein woher die besondern Ausdünstungen von Sauern bis zu so hohen Gegenden? und warum erscheinen bey einer gewöhnlichen und alltäglichen Sauerentwicklung nicht auch täglich Hagelwetter? — — Sammeln wir die Umstände, welche allemal den Hagel begleiten, und legen wir die unveränderlichen Phänomene zum Grunde unserer Schlüsse, und wir müssen der Wahrheit näher rücken:

a) Nie erscheint Hagel, ausser bey einem Gewitter. Mongez führt ein Beyspiel an, daß es bey einem Regen, der einige Täge ohne zu blitzen angehalten hatte, sogleich zu hageln anfieng, als es anfieng zu blitzen.

b) Im Frühling und zur Herbstzeit fällt zwar der sogenannte Graupenhagel ohne Gewitter, aber seine Körner sind weich wie Schnee, klein, und haben ausser der Figur nichts vom Hagel.

c) Hagel fällt nur im Sommer bey stechender Hitze und schwüler Luft — öfters bey Tage, als bey abgekühlter Nachtluft.

d) Nicht jedes Donnerwetter führt auch Hagel mit sich.

e) Man hat bemerkt, daß es auf hohen Gebürgen zu eben der Zeit geregnet, da es in dem unten gelegenen Thale gehagelt hatte.

Sollte

Sollte man daraus nicht berechtiget seyn mit Grund zu vermuthen, daß die Gewittermaterie wenigst als Nebenursache zur Erzeugung des Hagels beytrage. Es ist zuverläßig, daß die Gewittermaterie, welche mit jener der elektrischen die nemliche ist, (§. 211.) Säure aber gebunden enthalte (§. 208.); daß die Säure die Wärmematerie binde, und durch Lähmung ihrer Kräfte auch Kälte erzeuge (§. 125. I.); daß die elektrische Materie bey ihrem Uebergange von einem Leiter in den andern durch die Luft eine chemische Zerlegung leide, und die Säure sich davon ausscheide, welche nach dieser Zersetzung mit ihren eigenen Kräften wirkt.

§. 215.

Entstehung des Hagels.

Sobald ein Blitz — eine Entladung in der Gewitterwolke in der Atmosphäre und dadurch ein Ueberströmen der elektrischen Materie aus einer Wolke in die andere erfolgt; so wird auf einmal eine große Menge Säure los; breitet sich dann diese in der hohen ohnehin kalten Luft auf eine weite Strecke aus, so muß eine jählinge Erkältung erfolgen — ein jählinges Absondern der Wasserdünste, ein plötzliches Zusammenfrieren, und zwar in desto größerer Menge, jemehr die durch die Sommer- und Tageshitze ausgedehnte Luft in die hohe Gegend dringt. Von so einer großen Luftportion in der Atmosphäre ist die Störung des Gleichgewichts eine natürliche Folge — es entstehen Winde, die mit ihrem kalten Hauche die noch flüßige, halberstarrte und gefrorne Dünste zu-

sammentreiben, und so größere oder kleinere, festere oder weichere Hagelkörner von verschiedenen Formen bilden, die sich im Fallen von so hohen Gegenden noch mehr vereinbaren, und zu Schlossen von verschiedener Form anwachsen können. — Diese Vermuthung, woraus die vorgehenden Erscheinungen alle ganz ungezwungen erklärt werden können, wird noch mehr durch den auffallenden Versuch bestättiget, den Herr G. H. Seiferheld vor wenigen Jahren wiederholtermalen angestellet hat.

Versuch: Taf. IX. Fig. 3.

Er setzte an einem Abend, da er im geschlossenen Zimmer 15° Reaum. Kälte hatte, auf den Conduktor A einen Wassertropfen a Erbsen groß sorgfältig erhaben auf, und einen gleich großen Wassertropfen b setzte er auf die den Conduktor berührende $1\frac{1}{2}$ Schuh Beleg haltende Flasche B. Ohne zu verweilen ließ er die Maschine drehen, und hielt ein Ausladküglein $\frac{1}{2}$ Zoll von dem Wassertropfen b entfernt; daß sich die Flasche durch b entladen mußte. Bey der dritten Entladung bekam das Wasser eine Vertiefung, bey der fünften bemerkte er etwas milchichtes, und bey der Untersuchung hatte er festes Eis; der Tropfe a litt keine Veränderung, war Wasser. Er machte den Versuch umgekehrt, ließ die Entladung durch a gehen; b blieb Wasser, und a ward Eis. Woraus nun ganz natürlich folgt, daß der Wassertropfe nicht durch natürliche Kälte allein, sondern auch durch den elektrischen Funken als Nebenursache in ein Hagelkorn verwandelt wurde. Niemals

konnte

konnte er durchsichtiges Eis erhalten, es sah einer Vegeation gleich, die der elektrisierte Kampfer zeigt. — Das Wasser hiezu war aus einem großen kupfern Gefäße genommen, das in der Küche stand, und vor strenger Kälte verwahrt ward.

§. 216.

Wenn nun die Gewittermaterie, wo nicht die Hagelleiter ganze, doch wenigst die vorzüglichste Ursache vom Entstehen des Hagels ist; so ist auch eine Anstalt, welche die Gewittermaterie in hinlänglicher Menge aus dem Dunstkreise wegführt, ein ganz natürliches Mittel, dem Entstehen des Hagels vorzukommen, oder seinem Schaden Gränzen zu setzen. Selbst die Blitzableiter, in soweit sie die elektrische Materie einsaugen, und stille abführen, vertretten einiger Weise die Stelle der Hagelableiter. Einige neuere Naturlehrer schlagen blosse hölzerne Stangen als Hagelleiter vor, an welchen ein nach Schlosserart mit Bech übertünchter oben und unten zugefeilter Eisendrath, der oberhalb etliche Zoll hervorragt, und unten 1 — 2 Fuß tief unter der Erde läuft, angemacht ist, und von welchen auf jedem Acker, auf jeder Wiese, und auf jedem andern 1 Morgen (Jauchert) großen Grundstücke zwo errichtet werden sollten, deren eine drey Schuhe über der Erde an einem Ende des Ackers steht, um den aufsteigenden Dämpfen ihre elektrische Materie zu nehmen, die andere eine Höhe von wenigst 20 Fuß erreicht, und am Ende des Ackers aufrecht steht, um sie den weiter empor-

steigenden

steigenden Dämpfen oder jenen Wolken, welche sie aus andern Gegenden herbey führen, zu rauben.

* Es hat zwar der Schöpfer dadurch für die Entkräftung des Blitzes sowohl, als für die des Hagels recht wohlthätig gesorgt, daß er selbst Mittel in die Natur zur Entladung der Dünste von ihrer Gewittermaterie legte. Die unzähligen Nadelbäume in den vollen Wäldern, die Baumblätter, alle Aehren, Grashalme, Pflanzen u. s. w. sind schon in der wohlthätigen Absicht mit so unzähligen Spitzen versehen, daß sie die aufsteigende Gewittermaterie einsaugen, durch ihre Saftkanäle fortleiten, sie wieder der Mutter, der Erde, zuführen, und die aufsteigenden Dünste entwaffnen. Allein so kräftig auch die Natur in diesem Stücke wirkt, so braucht sie dennoch auch der Hilfe der Kunst, wie in vielen andern Fällen; es ist dieß der gewöhnliche natürliche Gang der Dinge, die Natur thut nicht alles; vereinen beyde Kunst und Natur ihre Kräfte, alsdann thun sie Wunder. Dieß erfährt die Arzneykunde alle Täge, dieß lehrt der Ackerbau, alle Fabriquen und Handwerkskünste beweisen dieß.

§. 217.

Nordlicht. Das Nordlicht ist eine merkwürdige Lufterscheinung, in welcher der Pöbel brennende Ruthen, feuerige miteinander streitende Heere, und überhaupt eine Vorbedeutung des Krieges oder großer Unglücksfälle sieht; schon den Alten war sie unter dem

Namen

Namen eines brennenden Himmels bekannt; denn in der That scheint bey diesem Phoenomen der Himmel vorzüglich gegen Norden hin mit einem starken oft hochrothen Feuer zu brennen, aus welchem helle Lichtsäulen gegen den Scheitelpunkt emporsteigen, die an ihrer Helligkeit und Stärke das Licht des vollen Mondes oft weit übertreffen. Der Anfang dieser Erscheinung fällt bald, oder spätstens einige Stunden, nach Sonnenuntergang. Nach Mitternacht fängt fast niemals ein Nordlicht an, und die stärksten entstehen gleich nach der Abenddämmerung. Man sieht zuerst gegen Mitternacht einen dunkeln Nebel, und westwärts von selben scheint der Himmel etwas heller als gewöhnlich; der dunkle Nebel nimmt nach und nach die Gestalt eines Zirkelsegments an, wovon ein Theil des nördlichen Horizonts die Sehne ausmacht. Der obere Theil dieses dunkeln Segments umzieht sich bald mit einem weißlichten Lichte, welches um denselben einen hellen Bogen bildet. Nunmehr sehen wir aus dem dunkeln Segmente Stralen und Lichtstreifen von verschiedener Farbe herauffahren, die zuweilen bis an den höchsten Punkt des Himmels, oder das Zenit reichen, ja wohl gar noch weiter nach Süden hingehen, die bald entstehen, bald vergehen, und ihren Ort bald plötzlich bald allmählich ändern, so daß in der Erscheinung beständige Bewegung wahrzunehmen ist. Dabey wird das Phoenomen immerzu stärker und unruhiger, und die Lichtstrahlen so häufig, daß der ganze Himmel mit einem zitternden und flockichten Lichte

angefüllt scheint. Alle diese Lichtstrahlen vereinigen sich bisweilen am Zenit in einer Art von Krone, die gleichsam den Gipfel eines Zelts vorstellt, und mit den schönsten rothen, blauen, und grünen Farben glänzt. In diesem Augenblicke erscheint das Schauspiel am prächtigsten, sowohl wegen Mannigfaltigkeit der Gegenstände, als auch wegen der Schönheit der Farben. Hierauf wird gewöhnlich die Erscheinung etwas ruhiger und schwächer, aber nicht auf einmal, sondern mit häufigen Abwechslungen, wobey sich fast alle vorigen Erscheinungen, als Lichtsäulen, zitternder Schimmer, Krone, und Farben wieder erneuern. Endlich aber hört die Bewegung allmählich auf, das Licht zieht sich mehr gegen den nördlichen Horizont zusammen, und bleibt daselbst ruhig. Das dunkle Segment zerstreut sich, und zuletzt bleibt nur mehr eine starke Helligkeit am nördlichen Horizont übrig, welche sich nach und nach verliert, oder in eine Morgendämmerung übergeht. Alle diese Erscheinungen zusammen gehören zum Nordlicht, weil sie sich in den gemäßigten Gegenden der Erde fast allezeit am nördlichen, und nur sehr selten am südlichen Theile des Himmels zeigen. In Lappland hingegen, Grönland, und andern kalten Ländern sieht man die strahlenschießenden Bögen sehr oft gegen Süden. Die Nächte werden dort fast täglich von diesem Lichte erleuchtet, und es funkelt am Ausfluße der Lena ins Eismeer der ganze Himmel als ein großes mit den prächtigsten Edelsteinen von allerhand Farben

aus-

ausgeschmücktes Zelt. Zugleich sieht man von allen Seiten Stralen in die Höhe fahren mit einem Knalle, der das Knallen des stärksten Feuerwerkes weit übertrift. Bey uns vergehen zuweilen Jahre, ohne daß wir ein ansehnliches Nordlicht erblicken, und in den wärmern Ländern ist diese Erscheinung noch viel seltner als bey uns.

§. 218.

Ist wahrscheinlich ein elektrisches Phoenomen,

Die langen vom Horizont aufsteigenden Stralen, die lodernden und wallenden Flammen, die hellen Bögen, und mehrere andere Erscheinungen der Nordlichter sind unfehlbar größtentheils bloße Bilder, optische Meteron, welche durch die Brechung und Zurückwerfung des Lichtes in einer mit gefrornen Dünsten angefühlten Atmosphäre erzeugt werden; denn es zeigen sich erstens oft, auch bey Tage, um die Sonne solche Bögen, welche jenen der großen Nordlichter ähnlich sind, die unstreitig durch die Brechung des Lichtes in der Atmosphäre entstehen, und aus welchen, wenn sie nahe am Horizont sind, häufige Stralen anschiessen: oft, vorzüglich im Winter wenn es schneyen will, scheint der Himmel beym Untergange oder Aufgange der Sonne zu brennen; ja wir werden alsdann an ihm wenn es irgendwo in der Ferne brennt, viele Lichtstrahlen gewahr, die denen des Nordlichts sehr ähnlich sind, und gewiß nichts anders, als das in der Atmosphäre gebrochene Licht zum Ursprung haben. Zweytens pflegt die untergehende Sonne vor großen

Nordlichtern häufige, sehr große und sehr helle Lichtstreifen in Westen zu bilden, und diese beweisen, daß alsdann in der Atmosphäre ähnliche Streifen auch durch andere Arten von Licht erzeugt werden können. So ist auch der Eisblink ein von der mit gefrornen Dünsten angefüllten Atmosphäre der kalten Länder zurückgeworfenes und oft sehr starkes Licht. Drittens endlich lehrt die Erfahrung, daß eben dasselbe Nordlicht an verschiedenen Oertern allzeit auf eine verschiedene Art erscheint, ja daß es oft bey klarem Himmel an einem Orte gesehen wird, an dem andern aber nicht, ungeachtet beyde Oerter nur um einige Meilen voneinander entfernt sind; welches wohl nicht möglich wäre, wenn nicht die vornehmsten Erscheinungen der Nordlichter bloß von der Beschaffenheit der Dünste in der Atmosphäre und von der Art, wie sie das Licht zurückwerfen und verändern, abhiengen. — Ist nun aber wohl dieß Nordlicht selbst das Sonnen- und Mondslicht, welches in der Atmosphäre so vielmal gebrochen und zurückgeworfen wird, oder ist es eine andere Art vom Licht? — — Am wahrscheinlichsten liegt die erste Quelle des Lichtes aus welchen die Atmosphäre jene Phantome von Stralen, Bögen, Streifen, u. s. w. bildet, die wir im Nordlichte sehen, in stark elektrisirten Nebeln oder Wolken, aus derer Oberfläche die elektrische Materie auf eine sichtbare Art ausströmt, selbst zur Verwandlung der Dünste in Eistheilchen wie zur Bildung des Hagels (§. 215.) das ihrige beyträgt, und dann in

diesen so vielfältige Brechung und Zurückwerfung leidet, daß sie uns in so großer Mannigfaltigkeit erscheinen, und das Nordlicht erzeugen kann.

Diese Meinung bestätiget 1) die starke Elektricität, die man oft bey Nordlichtern in der Atmosphäre findet, und das Geräusch oder das Knallen, welches man alsdann oft besonders in sehr kalten Ländern in der Luft hört.

2) Die wirklichen Blitze, die man bey großen Nordlichtern oft in dem erleuchtenden Theile des Himmels gesehen hat; am meisten aber

3) Die Gewitter, welche sich zuletzt in Nordlichter verwandeln. Prof. Hube in Warschau behauptet aus eigner Erfahrung, daß zuweilen Gewitterwolken, die gegen Abend nach Norden zu fortgetrieben werden, beym Anfange der Nacht Nordlichter verursachen; unfehlbar, weil sie sich so hoch heben, daß sie sich ihrer Elektricität nur von oben entladen können, wo die Luft mehr verdünnt, und größere Kälte herrscht; denn die Erfahrung lehrt, daß die elektrische Materie in verdünnter Luft und in der Kälte, mithin mehr gegen Norden zu am kräftigsten und in vollem Glanze unter verschiedenen Farben erscheine. Solche Gewitterwolken schleudern nicht nur Stralen und Lichtstreifen in die Höhe, sondern sie veranlassen oft auch helle Bögen, die von Osten nach Westen fortgehen.

4) Die Dunkelheit einiger Stellen des Himmels, und die Schwärze einiger Wolken bey großen

Nordlichtern kann wohl eben so wie die schwarzen Gewitterwolken, hinter denen der klare Himmel oft in einiger Entfernung dunkel wird, der Elektricität zugeschrieben werden.

Versuch zur Bestätigung. Wird eine große gläserne Glocke über dem Teller der Luftpumpe gesetzt, dann in selber die Luft verdünnt, und der oben in die Glocke hineingesenkte Drath mit dem Hauptleiter der Elektricität verbunden, so erscheint sie von innen mit einem stralenden Lichte erfüllt, dessen Aehnlichkeit mit dem Nordlichte man nicht verkennen kann.

* Das Zodiakallicht, das eine kurze Zeit nach dem Untergange, oder vor dem Aufgange der Sonne einen blassen, langen und schmalen Lichtstreifen in Westen oder Osten bildet, ist wahrscheinlich mit dem Nordlichte von gleicher Natur; denn es ist eben so blaß, eben so durchsichtig, eben so bald weiß, bald gelblicht oder roth gefärbt, und zeigt eben dieselbe innere zitternde Bewegung, als das Nordlicht in seinen Stralen.

§. 219.

Magnetstein, natürlicher Magnet.

Man erkennet die Erze, oder die Steine und Erden, welche in beträchtlichen Mengen Metall enthalten vorzüglich an ihrer eigenthümlicher Schwere. Der Magnet gehört auch unter die schweren Steine und ist ein Eisenerz mehrentheils sehr hart und schwärzlich, oder dunkelbraun, zuweilen aber auch weich, oder von einer weißlichen, oder auch

andern Farbe. Er unterscheidet sich von allen übrigen Steinen vorzüglich dadurch, daß er:

1) Das Eisen, und nach den neuesten Entdeckungen auch den Kobaltkönig an sich ziehe, und mit ziemlicher Kraft auch an sich halte, und daß

2) Die Wirkung dieses Anzeigens auf das Eisen desto stärker sey, wenn dieses im vollkommensten reguliniſchen Zustande ist, weniger; wenn es vererzt, oder in Säuern aufgelößt ist, und gar nicht, wenn es ganz vollkommen verkalt worden

3) Daß die Intensität der Anziehung zwischen Eisen und Magnet a) bey gleicher Entfernung die nemliche bleibe, es mag zwischen beyden luftleerer Raum, oder ein Mittel seyn, welches es will, nur nicht ein solches das selbst der magnetischen Kraft fähig ist, als Eisen. b) Bey ungleicher Entfernung aber mit dieser in verkehrten Verhältnisse zu und abnehme; dieß Verhältniß läßt sich aber doch bisher noch nicht genau bestimmen.

Versuche. 1) An einem rohen Magnet hängt sich Eisenfeile als ein Bart an.

2) Eine Nadel, die an einem Faden hängt, wird in der Ferne nach dem Magnet gezogen und bleibt daran hangen.

3) Eisenfeile, die über einen untergelegten Papiere, oder Uhrglas auf dem Wasser schwimmen,

bewegen

bewegen sich schon in der Entfernung gegen den Magnet.

4) Ein Magnet, der über einem Uhrglas auf Wasser schwimmt, wird schon in der Entfernung vom Eisen angezogen.

5) Eisenfeile werden vom Magnete angezogen, auch wenn sie unter Glas hinter Messing, Brett, u. dgl. liegen.

6) Eine im Luftleeren Raume freyhangende eiserne Nadel wird durch den äußerlich an die Glocke gehaltenen Magnet angezogen.

* Diese merkwürdigen Eigenschaften machen den Magnet, weil man ihn so leicht verbergen kann, zu einer Menge von belustigenden Täuschungen und Taschenspielerkünsten geschickt. Von diesen mehrere in den Vorlesungen.

§. 220.

Magnetpole. An einem jeden Magnet finden wir gewöhnlich zween einander gerade entgegengesetzte Punkte, wo sich die kleinen Eisenspitzen in der größten Menge und senkrecht an die Oberfläche des Magnets anhangen. Diese nennt man die Pole des Magnets.

Versuche. 1) Ein feines zwey bis drey Linien langes Stückchen Eisendrath, das man auf dem Magnete herumführt, stellt sich bloß über den Polen senkrecht auf die Oberfläche des Steines,

und neigt sich immer mehr, je weiter man es von den Polen entfernt. Dieß giebt uns ein bequemes Mittel an die Hand, die Pole eines Magnets zu finden.

2) Ein Magnet, der an seinem Schwerpunkte durch einen Faden frey aufgehängt ist, oder über einem Papiere frey auf dem Wasser schwimmt, dreht sich mit einem Pole nach Norden, mit dem andern nach Süden; deßwegen nennt man, ihrer Richtung wegen, diesen den Südpol, jenen den Nordpol. Es giebt auch Magnete mit drey, oder noch mehr Polen, welche zusammengesetzte oder anomalische genennt werden; sie scheinen Massen zu seyn, in welchen mehrere Magnete mit einander verwachsen sind. — — Die gerade Linie, welche man von einem Pole zum andern ziehen kann, heißt die Achse des Magnets, und kömmt nur ohngefähr mit der Mittagslinie überein. — — Da beyde Pole zusammen ein stärkeres Gewicht ziehen, so schleift man die Magnete gewöhnlich an ihren Polen glatt, und befestiget an jedem eine dünne Platte vom weichen Eisen, die sich unten in einen hervorragenden dicken Fuß endiget. Diese Vorrichtung nennt man die Armatur, die hervorstehenden Füße die künstlichen Pole, an welche ein aus weichem Eisen verfertigter Stab (Träger oder Anker) mit seiner platten Seite recht wohl anpaßt, der unten mit einem Hacken zum Anhängen der Gewichte versehen ist. Durch diese Armatur wird die Kraft der Magnete ansehnlich verstärkt.

§. 221.

§. 221.

Entgegengesetzte Magnetismen.

Jeder Pol eines Magnets zieht das gemeine unmagnetische Eisen auf gleiche Art an, (§. vorg.) wenn man aber einen kleinen Magnet auf Papier, Kork, oder auf ein Uhrglas leget, und auf dem Wasser schwimmen läßt, so finden wir, daß jeder Pol eines andern kleinen nahe gebrachten Magnets den einen Pol desselben schon in der ferne anziehe, den andern aber zurückstosse. Noch leichter können wir uns davon durch folgenden Versuch überzeugen.

Versuch.

Wird eine stählerne Nadel, die vorhin durch die gewöhnliche Mittel, von denen ich in der Folge umständlicher handeln werde, magnetisirt worden, und deßwegen Magnetnadel heißt, an derer beyden Spitzen gewöhnlich die zween Pole liegen, in der Mitte auf eine Spitze, um die sie sich sehr leicht bewegen kann, gelegt, und dieser sodann ein anderer schwacher Magnet genähert, so finden wir, daß der Südpol des genäherten Magnets den Nordpol der Magnetnadel, so wie der Nordpol desselben den Südpol der Magnetnadel schon in der Ferne anzieht; der Südpol des Magnets aber den Südpol der Magnetnadel, so wie der Nordpol desselben den Nordpol der Magnetnadel schon in der Ferne abstosse. — Die jenige Spitze also der Magnetnadel, welche der Eine Pol des Magnets anzieht, stoßt der Andere ab, und gegenseitig. Hieraus folgt das allgemeine Gesetz: Ungleichnamige Pole

ziehen

ziehen sich einander an, gleichnamige aber stossen sich ab. — Wegen diesen Wirkungen werden die ungleichnamigen Pole zweyer Magnete auch freundschaftliche und die gleichnamigen feindschaftliche Pole genennt. Die Magnete und magnetisirten Körper verhalten sich eben so, als wenn sie von einer Seite positiv, von der andern negativ, d. i. sich entgegengesetzt elektrisirt wären, in welchem Falle das nemliche Gesetz statt findet (§. 199.) Die Naturforscher haben also auch mit eben dem Grunde an diesen entgegengesetzten Erscheinungen entgegengesetzte Magnetismen anerkennet, und den einen + M, den andern — E genennt, ohne dabey zu entscheiden, ob es wirklich zwo sich entgegengesetzt magnetische Materien gebe, oder ob diese Erscheinungen ganz allein aus einer und der nemlichen Materie erkläret werden können.

* Noch anschaulicher wird das Anziehen ungleichnamiger, und das Abstossen gleichnamiger Polen dadurch gemacht, daß ein Magnet, der an einer Waage ins Gleichgewicht gebracht ist, bey der Annäherung ungleichartiger Pole eines andern Magnets, oder Eisens herabgezogen, bey der Annäherung gleichnamiger Pole aber in die Höhe gestossen wird. — Hierbey noch mehrere theils lehrreiche, theils auch unterhaltende Versuche in den Vorlesungen.

§. 222.

§. 222.

Künstlicher Magnet. Das Eisen, vorzüglich der Stahl kann die Eigenschaften des Magnets ein anders Eisen anzuziehen und die Polarität auch durch Kunst erlangen, und heißt deßwegen künstlicher Magnet in Entgegensetzung des natürlichen Magnets (Magnetstein), der seinen Magnetismus ohne Zuthun der Menschenhände von Natur aus hat. Der künstliche Magnet thut es an Wirkung dem natürlichen sehr oft recht weit bevor. Die Verwandlung des Stahls in einen künstlichen Magnet geschieht aber mit Beyhilfe anderer schon vorhandener Magnete, oder ohne zuthun solcher durch andere Methoden d. h. wie man insgemein redet, entweder durch Mittheilung, oder durch Erweckung des ursprünglichen Magnetismus. Man hüte sich aber mit dem Worte Mittheilung wie sonst in der Physik gewöhnlich ist, dem Begriff von einem wirklichen Uebergange, wobey der eine Körper eben das bekommt, was der andere verliert, zu verbinden; denn bey genauerer Untersuchung findet man diese Bedeutung gar nicht passend, indem der Magnet, an dem zum Beyspiel das Eisen eine Zeitlang gehangen hat, oder mit dem es gestrichen worden, diesem nicht das giebt, was er selbst hat, sondern gerade das entgegengesetzte in ihm hervorbringt, und dabey von seiner eigenen Kraft nichts verliert. Ueberdas zieht jeder Pol das Eisen, die Spitze der feinsten Nähnadel an, stoßt sie aber nie nachher zurück, welches aber doch nothwendig geschehen müßte, wenn

die

die magnetische Materie aus dem Pole in das Eisen übergieng. Dieß zeigt nicht Uebergang, sondern Wirkung durch gestörtes Gleichgewicht an, und wird weit schicklicher mit dem Namen Vertheilung bezeichnet, den wir auch schon bey der Elektricität (§§. 193. 199. IV.) von dem Namen Mittheilung unterschieden haben. Der Pol eines Magnets nemlich wirkt auf Eisen, oder andere Magnete schon in einige Entfernung — der Raum, durch welchen sich diese Wirkung erstreckt, heißt ein magnetischer Wirkungskreis. Das Hauptgesetz dieser Wirkung ist wieder wie bey der Elektricität (§. 199. IV.) das nemliche: Jeder magnetischer Pol sucht in demjenigen Eisen, oder eisenhaltigen Körpern, welche in seinen Wirkungskreis kommen, einen dem seinigen entgegengesetzten Magnetismus hervorzubringen. Hiervon kann man sich durch folgenden Versuch sehr leicht überzeugen:

Versuch. Man hänge zwo Nähnadeln an feine Fäden dicht aneinander auf, so werden sie, sobald man ihnen von unten einen oder den andern Pol eines etwas starken Magnets nähert, auseinander fahren, und sich zurückstossen. Dieß Zurückstossen zeigt offenbar, daß sie beyde auf gleiche Art magnetisirt worden, folglich auch beyde an ihren gegenüberstehenden Enden verschiedene Pole erhalten haben, weil ein jeder magnetisirter Körper seine Pole hat. Nähert man den Magnet den Spitzen der Nadeln

noch mehr, so zieht er sie an, und die Spitzen der Nadeln hängen sich zuletzt an ihm an, also liegen in diesen Spitzen Pole, welche dem genäherten Pole des Magnets entgegengesetzt sind. Indem aber die Spitzen der Nadeln sich untereinander und dem Pole des Magnets nähern, stossen sich ihre Köpfe noch immer zurück. Nimmt man hierauf eine Nadel vom Magnete ab, und legt ihre Spitze an die Spitze der andern hangenden Nadel, so wird sie von ihr nicht gehalten werden; kehrt man aber die abgenommene Nadel um, und hängt ihren Kopf an die Spitze der noch hängenden, so klebt sie gleichsam an und fällt nicht herunter. Hieraus sieht man augenscheinlich, daß beyde Nadeln an ihren Spitzen gleichnamigen Magnetismus erhalten haben, der aber jenem des genäherten Magnetpols entgegengesetzt ist, und daß die Nadeln selbst an ihren Köpfen einen mit jenem des Magnetpols gleichnamigen, mit jenem der Spitze aber ungleichnamigen, oder entgegengesetzten Magnetismus nach den vorhin angegebenen Gesetze der Vertheilung erlanget haben, und daß sich der Magnet in diesem Stücke ganz vollkommen eben so, wie ein durch Vertheiluug elektrisirter Körper verhalte.

§. 223.

Verfertigung der künstlichen Magnete.

Schon dadurch daß ein hartes, eisenes, oder stählernes Stäbchen, wenn es mit der Richtung und Neigung der Magnetnadel parellel ist, mit einem Hammer oder Schlüssel von einem Ende zum andern

ge-

geklopft wird, oder daß so ein Stäbchen gebrochen, oder auch glühend im kalten Wasser abgekühlt wird, oder daß man durch selbes einen elektrischen Schlag oder Blitz durchgehen läßt, oder daß selbes an der Armatur eines natürlichen Magnets eine kurze Zeit gehangen oder sich bloß in dem magnetischen Wirkungskreise befunden hat, erhält sie das Vermögen leichtes Eisenfeil anzuziehen, und zeigt an der Spitze, womit sie den Pol des Magnets berührte, den entgegengesetzten Pol des Magnets. (§. vorg.) Daher werden die Theile der Eisenfeile, die von dem Pole eines Magnets angezogen werden, selbst zu kleinen Magneten, die wieder andere Theile des gefeilten Eisens anziehen und auf die Art den Bart verursachen, den das Eisenfeil um die Pole des Magnets bildet. Allein dadurch erhält sie nur sehr geringe Grade von Magnetismus, die sich auch bald wieder verlieren. — — Stärker, und dauerhafter ertheilt man dem Stahle oder andern harten regulinischen Eisen (weiches Eisen nimmt zwar die magnetische Kraft leicht und stark an, verliert sie aber auch gleich wieder) durch das Streichen mit dem Magnet; diese Magnetisirung kann aber oder mit einem einzigen magnetischen Pole, oder mit beyden Polen zugleich vorgenommen werden; die erste Art zu magnetisieren heißt der einfache Strich, die zweyte der Doppelstrich.

Durch den einfachen Strich wird ein eiserner oder stählener viereckicht prismatischer, 5—6 Zoll

langer 7 — 8 Linien breiter, und 3 — 4 Linien dicker Stab, oder Nadel magnetisirt, wenn selbe auf einem festen Untersatze z. B. auf weichem Eisen aufliegen, und man auf die Mittel C derselben den Nordpol des armirten Magnetsteins, oder eines künstlichen Magnets aufsetzt, und ihn bis auf das End B des Stabes, oder der Nadel, ohne eben stark zu reiben fortführt, ihn bey B abnimmt, und so hoch aufhebt, daß er nicht weiter, indem man ihn wieder bis C zurückführt, auf dem Stab, oder Nadel wirken kann, setzt ihn bey C wieder nieder, und streicht wie vorhin wieder bis ans End B hinaus. Nach öfters wiederholten solchen einfachen Strichen wird das End B des Stabes, oder der Nadel magnetisiert, und erhält die entgegengesetzte Polarität von jener des gestrichenen Magnets, d. h. das End B wird zum Südpol. Man setzt alsdann den andern Pol des Magnets z. B. den Südpol in der Mitte C auf, und führt ihn, wie vorhin von C nach B, öfters bis zum End A des Stabes, oder der Nadel hinaus, wodurch das Ende A zum Nordpol, den man mit einem Strich zu bezeichnen pflegt, und der ganze Stab A B ein künstlicher Magnet wird, dessen Punkt C der magnetische Mittelpunkt genennt wird. Hiebey kömmt es hauptsächlich auf 2 Stücke an; erstlich muß man den Stab, oder Nadel verschiedenmal, langsam und auf allen Seiten streichen, wenn man ihm eine beträchtliche Stärke geben will; zweytens müssen alle Streiche von C aus nach den nemlichen Richtungen bis an ihr Ende,

und nie wieder zurück geführet werden; denn streicht man z. B. mit dem Nordpol zuerst von C nach B, und sodann zurück von B nach C, so macht man B durch den ersten Strich zu einem Südpole, und durch den zweyten zu einem Nordpole; man vernichtet also durch den zweyten Strich, was man durch den ersten bewirkt hat, und der Stab, oder die Nadel verlieren die magnetische Kraft wieder, die sie anfangs erhalten haben.

Beym Doppelstrich setzt man den bewafneten natürlichen, oder einen künstlichen Magnet mit beyden Polen zugleich auf die Mitte C des zu magnetisirenden stählernen Stabes A B; ist der Nordpol des Magnets z. B. rechter Hand, so führt man den Magnet nach der Rechten über den Stab, bis sein Nordpol das rechte End B des Stabes erreicht. Nachher fährt man damit rückwärts ohne ihn abzunehmen über der ganzen Länge des Stabes, bis sein Südpol an das linke Ende A des Stabes kommt. Dieses Streichen hin und her durch die ganze Länge des Stabes setzt man etlichemal fort, und hört zuletzt in der Mitte zu streichen auf, damit beyde Hälften des Stabes gleich vielmal gestriechen werden. Auf diese Art wird der Stab in B den Südpol, in A aber den Nordpol haben. — Man kann auch anstatt eines einzelnen Magnets zween magnetische Stäbe gebrauchen, und den Nordpol des einen nahe neben dem Südpole des andern auf die Mitte des Stabes setzen, den man magnetisiren will, nachher aber beyde Stäbe, derer obere Ende sich einander berühren, die untere aber in einiger

Ent-

Entfernung auf dem Stabe aufstehen, immer in gleicher Entfernung von einander, so wie einen einzelnen Magnet auf dem Stabe hin und her führen. Uebrigens muß man aber auch beym Doppelstriche so wie beym einfachen nicht vergessen die stählerne Stäbe, wenn man sie auf einer Seite gestrichen hat, umzukehren und auf der andern Seite ebenfalls zu streichen. Auf ähnliche Art macht man auch magnetische Hufeisen, an denen man die Stärke der Anziehung gegen das Eisen ebenfalls durch einen Träger oder Anker mit Gewichten wie beym armirten Magnete bestimmen, und durch allmähliges Zulegen kleinerer Gewichter nach und nach verstärken kann. Sie werden wie die geraden Stäbe durch den einfachen oder Doppelstrich magnetisirt.

§. 224.

Verstärkung desselben.

Die erwähnten Bestreichungen geben dem Stahle keinen stärkern Magnetismus, als der dazu gebrauchte Magnet selbst hat. Um nun den schon einmal vorhandenen Magnetismus ohne Zuthun eines stärkern Magnets also blos durch sich selbst zu verstärken, hat man verschiedene Mittel angegeben, die im allgemeinen alle dahinauslaufen: Wenn man mehrere künstliche Magnete von gleicher Stärke hat, so verbindet man sie gehörig, dadurch erhält man schon einen stärkern Magnet A. Mit diesem macht man nach den gemeinen Methoden andere künstliche, die nun schon einzeln stärker sind, als die vorigen, und verbunden einen noch stärkern B geben. Mit B be-

streicht man alle Magnete, woraus A besteht, einzeln, und mit dem daraus entstehenden verstärkten A wieder die, woraus B besteht u. s. f., bis man merkt, daß die Kraft keinen Zuwachs mehr erhält. Ausser diesem trägt es zur Verstärkung des Magnetismus sehr viel bey, wenn man den zu magnetisierenden Stab mit mehrern Magneten aber stuffenweise von kleinern zu größern streicht; auch wenn man sie anfangs etlichemal mit einem Pole des Magnets vorwärts und rückwärts streicht, und ihnen so die Kraft wieder nimmt, die man in ihnen erregt hat, dann aber die Bearbeitung nach den vorigen Regeln vom Neuen anfängt.

* Die praktischen Handgriffe beym einfachen sowohl, als beym Doppelstrich, so wie auch bey der Verstärkung des Magnets werden in den Vorlesungen bey der Verfertigung eines künstlichen Magnets gegeben. Etwas von der Schwächung des Magnets.

§. 225.

Magnetnadel.

Auch den Magnetnadeln wird auf diese Art der Magnetismus entweder durch den einfachen oder den Doppelstrich ertheilet. Sie sind dünne, mehr oder weniger lange, schmale, stählerne Nadeln, die an ihrer Mitte über einer Spitze in einer horizontalen Ebene, oder an einem durch ihren Schwerpunkt gehenden Zapfen in der Mitte eines Ringes mit sehr wenig Reibung sich frey bewegen können.

Ihre Vollkommenheit beruht auf ihrer einfachen und von allen unregelmäßigen Verzierungen freyen

Form, auf der Stärke des ihr mitgetheilten Magnetismus, und auf der Freyheit ihrer Bewegung.

§. 226.

Ihre Abweichung.

Ist so eine Nadel hinlänglich genug magnetisirt, und legt man sie an einem in der Mitte recht glatt ausgehöhlten Hütchen von Achat auf eine feine lothrechte Spitze, auf der sie horizontal schweben und sich frey bewegen kann, so wird sich eine solche Nadel in den wenigsten Fällen genau nach Norden richten, sondern wir finden vielmehr, daß selbe an den mehresten Orten auf der Erde sich von der wahren Richtung der Mittagslinie entweder nach Westen oder nach Osten zu mehr oder weniger abwendet, daß mithin die magnetische Mittagslinie nicht immer mit der wahren Mittagslinie übereinsstimme. Der Winkel, welchen sie auf diese Art mit der wahren Mittagslinie macht, heißt die Abweichung oder Deklination der Magnetnadel. — Da man den Umfang eines jeden Kreises in 360 Grade, und jeden Grad in 60 Minuten, so wie jede Minute in 60 Sekunden eintheilen kann, so hat man um die Stifte, auf der die Magnetnadel sich frey horizontal bewegen kann, auf den Boden eines Kästchens eine Zirkellinie abgezeichnet, deren Halbmesser mit der halben Länge der Nadel übereinsstimmt, und ihre Peripherie, mit der Bezeichnung der Weltgegenden, in Grade, Minuten, und Sekunden eingetheilt, um dadurch die Größe

der

der Abweichung zu bestimmen. Weicht also die Magnetnadel in diesem Magnetkästchen, daß man Compas oder Boussole nennt, z. B. um den 36sten Theil des ganzen Umfanges von der wahren Mittagslinie nach Westen oder Osten ab, so sagt man sie habe eine westliche oder östliche Abweichung von 10 Graden. Auf diese Art hat man gefunden:

1. Daß die Abweichung der Magnetnadeln an verschiedenen Stellen der Erde verschieden sey. Bey uns und in ganz Europa ist die Abweichung westlich, so wie sie in andern Gegenden der Erde östlich ist.

2. Daß es auf der Erdkugel gewiße Oerter giebt, wo die Magnetnadel von der wahren Mittagslinie gar nicht abweicht, oder wo die Deklination Null ist. So fand Halley, daß es zwo Linien auf der Erdkugel gebe, in welchen die Abweichung Null ist; eine geht durch Nordamerika, die andere durch Schina; beyde sind weder Mittagskreise noch parallele, sondern haben eine eigene ganz besondere Krümmung. Alle diese Oerter, welche an der erstern Linie nach Osten liegen, haben eine westliche, und die nach Westen liegenden eine östliche Abweichung. Beyde Abweichungen nehmen anfangs zu, hernach aber wieder ab, wenn man sich von jener Linie immer weiter entfernt. Halley vereinigte auch alle Oerter, wo die westliche oder östliche Abweichung von 5, so wie auch die, wo sie von 10, oder von 15 Graden war u. s. w.

So zeichnete er verschiedene Linien auf die Erdkugel, in welchen die Abweichungen immer um 5 Grad verschieden sind. Auf diese Art sind die Deklinationskarten entstanden, worauf die Abweichungslinien der Magnetnadel gezeichnet sind.

3. Daß auch an einerley Orten die Abweichung nicht zu allen Zeiten die nemliche sey, sondern Veränderungen leide. Nach langen fortgesetzten Beobachtungen hat man gefunden, daß die Abweichung der Nadel z. B. in London 1576 östlich und vom $11\frac{1}{4}$ Gr. war, und daß sie nach und nach immer mehr abnahm, bis sie im Jahre 1657 Null wurde, und endlich anfieng gar westlich zu werden, nachher allmählig bald schneller bald langsamer bis itzt auf 22 Grad wuchs. In Paris war die Abweichung im Jahre 1666 Null, vorher aber östlich, und nachher westlich. Die Beobachtungen, welche man an vielen andern Orten besonders zu See in neuern Zeiten gemacht hat, scheinen zu zeigen, daß die Halleyischen Abweichungslinien in der nördlichen Hälfte der Erde von Westen nach Osten, in der südlichen aber von Osten nach Westen immer weiter fortrücken. So müßte die westliche Abweichung in Europa, nachdem sie ihre höchste Stuffe erreicht haben wird, wieder allmählig abnehmen, nach gewissen Jahren gänzlich verschwinden, und zuletzt östlich werden. Man sieht hieraus leicht, daß die Deklinationskarten nicht für immer dienen können.

4. Daß die Abweichung der Magnetnadel auch nicht selten eine kurze temporelle Veränderung an einem und eben demselben Orte leide, die manchmal sehr beträchtlich seyn kann. Denn man findet sie an den nemlichen Orten manchmal zu bestimmten Zeiten, manchmal ganz unregelmäßig bald etwas größer bald etwas kleiner, und die Nadel ist nie ganz ohne alle Bewegung, wenn sie gleich weder im geringsten erschüttert, noch auch durch nahe eisenartige Körper gestört wird. Man nennt diese Bewegung der Magnetnadel bald nach der einen bald nach der andern Seite der wahren magnetischen Mittagslinie ihre Veränderung oder Variation, die regelmäßig oder unregelmäßig seyn kann.

§. 227.

Regelmäßige Variation derselben.

Canton hat so eine regelmäßige oder periodische Variation gefunden, daß nemlich fast täglich die westliche Abweichung der Nadel von 8 oder 9 Uhr Morgens bis 1 oder 2 Uhr Nachmittags zunehme, alsdann die Nadel eine Zeitlang stille stehe, endlich wieder zurückgehe, bis sie in der Nacht oder am nächsten Morgen wieder in ihre vorige Stelle zurückkömmt; sie ist aber selten größer als $\frac{1}{4}$ Grad, und oft viel kleiner. Es wird daher ihre mittlere Abweichung dadurch keineswegs geändert. Indessen giebt es auch Oerter, wo diese tägliche Veränderung nicht statt zu finden scheint, wie auch solche, wo sie nur zuweilen nicht bemerkt wird.

oder wo die Nadel wohl gar öfters entgegengesetzte Bewegungen hat.

§. 228.

Unregelmäßige Variation derselben.

Zuweilen bemerkt man auch, daß die mittlere Abweichung der Nadel sich von einem Tage zum andern sehr merklich verändere, oder daß die Nadel sich nicht allmählig, sondern plötzlich und gleichsam sprungweise bewege, daß ihre Veränderungen ungewöhnlich groß sind, oder daß sie eine Zeitlang ganz unruhig hin und her schwänkt. Und diese Variationen, welche zuweilen die Größe von etlichen Graden erreichen, kann man unregelmäßig nennen; weil sie nicht zu bestimmten oder periodischen Zeiten eintreffen.

Alle jene, welche täglich die Variationen der Magnetnadel beobachtet haben, versichern, daß sie im Sommer viel größer sind als im Winter, und daß sie in den Monaten, wo die Gewitter am häufigsten herrschen, und in den Tägen, welche vor Gewittern hergehen, oder auf sie folgen, oder auch selbst zur Zeit der Gewitter vorzüglich stark sich ereignen, so daß es sich nicht zweifeln läßt, daß vorzüglich die unregelmäßigen Variationen der Magnetnadel mit den elektrischen Phoenomenen in einer gewissen Verbindung stehen. Von der Richtigkeit dieses Satzes können wir uns noch mehr überweisen, wenn wir folgende Erfahrungen in Erwägung ziehn:

a) Nach

a) Nach der Versicherung des Herrn Cotte eines der fleißigsten und geschicktesten Beobachters vergehen ganze Monate, wo die Magnetnadel sich fast gar nicht rührt, als in den Tägen, da sich Gewitter zusammenziehen oder ausbrechen, oder die auf Gewitter folgen.

b) Magnetnadeln, die in einem kleinen Zimmer stehen, werden oft unruhig, wenn man in demselben lange hintereinander fort elektrisirt.

c) Muschenbrök versichert, daß seine in dem Garten seines Hauses zu Utrecht aufgestellte Magnetnadel ganz gelähmt und ihrer Kraft beraubt wurde, so daß er sie aufs neue streichen mußte, als im Jahre 1730. den 19. May eine schwere Gewitterwolke über sein Haus zog.

d) Mehrere ähnliche Beyspiele findet man in den Reisebeschreibungen, daß die Magnetnadeln auf den Schiffen bey sehr nahen starken Ungewittern, ohne selbst vom Blitz im geringsten getroffen oder erschüttert worden zu seyn, ihre Richtung nach Norden ganz verloren, oft aber auch hernach ihre vorige Kraft allmählig wieder erhalten haben.

e) Daß auch die Nordlichter, als elektrische Phoenomene (§. 218.) auf die Variationen der Abweichung der Magnetnadel einen mächtigen Einfluß äußern, ist aus meteorologischen Beobachtungen ganz unläugbar.

Aus diesem Einfluße der atmosphärischen Elektricität auf die Richtung der Magnetnadel lassen sich die mannigfaltigen Variationen der magnetischen Abweichung ganz leicht begreifen; denn in der That leidet auch die atmosphärische Elektricität beständige Abänderungen, die zum Theil auch ziemlich regelmäßig, indem die Elektricität der Atmosphäre in den meisten Tägen auf eine ziemlich ähnliche Art ab = und zunimmt, znm Theil aber auch sehr oft unregelmäßig sind, und daher müssen die Veränderungen der Magnetnadel ebenfalls theils regelmäßig theils unregelmäßig seyn. Es ist merkwürdig, daß gegen Abend um eben die Zeit, wo die Magnetnadel ihre tägliche Bewegung gegen Westen endigt, stillsteht, und wieder zurückkehrt, auch die atmosphärische Elektricität zuzunehmen pflegt.

* Der Gebrauch des Abweichungskompasses (Deklinatorium) auf dem festen Lande, wie auch der des gewöhnlichen Kompasses oder einer Bousole auf der See zur Bestimmung der Lage eines Orts wird in den Vorlesungen praktisch gezeigt.

§. 229.

Ihre Neigung.

Wenn auch die Magnetnadel so gearbeitet ist, daß sie vor dem Streichen mit dem Magnet, völlig wagrecht auf der Spitze schwebt, so findet man doch nach ihrer Magnetisirung, daß sie ihr Gleichgewicht in etwas verloren, und sich mit der einen Spitze

unter

unter den Horizont neigt. Der Winkel, welchen die dazu eingerichtete Nadel mit der Horizontallinie macht, heißt die Neigung oder Inklination der Magnetnadel. Die Neigung der Magnetnadel beobachtet man mit besonders dazu eingerichteten Neigungsnadeln (Inklinatorium), derer Verfertigung aber, wenn sie ihrem Endzwecke entsprechen sollen, mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Gewöhnlich ist so eine Neigungsnadel ein stählerner, magnetisirter, gerader Stab, durch dessen Mitte der Breite nach eine dünne, runde, sehr gut polirte stählerne Achse geht. Die Ende dieser Achse ruhen auf 2 polirten Unterlagen, so daß die Nadel sich ganz frey und leicht auf und ab bewegen kann. Um die Neigung gehörig zu bemerken, muß die Neigungsnadel auch zugleich in der magnetischen Mittagsebene, oder in der vertikalen Ebne, welche durch die magnetische Mittagslinie geht, stehen, und alsdann der Winkel, den sie mit der Horizontallinie macht, genau gemessen werden; denn wenn die Achse der Neigungsnadel nicht im magnetischen Meridian ist, so sind die Neigungen größer; und wenn sie diesen rechtwinklicht durchschneidet, so steht sie völlig lothrecht, wie ich das im Versuche in den Vorlesungen zeige. Bey uns und im größten Theile der nördlichen Halbkugel unserer Erde ist es der Nordpol der Magnetnadel, der sich gegen den Horizont neigt, in der südlichen Hemisphäre aber der Südpol. Diese Neigungen sind an verschiedenen Orten verschieden; gegenwärtig ist die Neigung der Nadel

in

in Frankreich, England und Deutschland 71 — 73° nördlich, d. h. die Magnetnadel neigt sich in diesen Gegenden mit ihrem nördlichen Ende ungefähr unter einem Winkel von 71 — 73 Graden unter die Horizontallinie. Gegen Norden zu wird die Neigung immer größer, so wie sie mit der Entfernung von Norden abnimmt, bis sie endlich jenseits der Linie mitten auf dem atlantischen Meere in einer südlichen Breite von etwa 14 Graden ganz verschwindet, hernach südlich wird, und gegen den Südpol zu immer mehr wächst. In London fand man sie 1576 fast eben so groß, als sie itzt ist; es scheint daher, daß sie sich nur wenig verändere, ob sie schon auch manchen temporellen Veränderungen, wie die Abweichungsnadel (§. vorg.) unterworfen ist.

* Die Einrichtung nebst dem Gebrauche des Inklinatoriums wird in den Vorlesungen praktisch gezeigt.

§. 230.

Ueber die Ursache magnetischer Erscheinungen.

Gilbert ein englischer Arzt war der erste, der es versuchte, die magnetischen Erscheinungen in ein System zu bringen, und den Magnetismus der ganzen Erde dabey zum Grund zu legen. Seit der Zeit ist man darüber einig, daß die magnetischen Erscheinungen größtentheils vom Magnetismus der Erdkugel herrühren, und fast alles das, was im großen Magnet der Erde vorgeht, auch in allen kleinen Magneten, die gleichsam abgerissene Stücke

vom

vom großen sind, sich ergeben müsse. Beweise dafür liefern uns folgende Versuche:

1. Versuch. Eine magnetisirte Nähnadel, die man in ihrer Mitte an einem feinen Faden so aufhängt, daß sie leicht beweglich bleibt und von selbst eine horizontale Lage annimmt, kehrt nahe über einem auch nur schwach magnetisirten Stabe ihre nördliche Spitze allzeit nach dem Südpole des Stabes, neigt und verhaltet sich in allem gegen den darunter gehaltenen magnetisirten Stab völlig eben so, wie sich die Magnetnadeln gegen die Erdkugel verhalten, welche allzeit eine ihrer Spitzen nach Norden kehren, (§. 220.) und sich in der nördlichen Hälfte der Erdkugel mit der nördlichen, in der südlichen aber mit der südlichen Spitze gegen die Erde neigen (§. 229.)

2. Versuch. Eine Stange vom weichen Eisen wird in der Lage, welche die Neigungsnadel von selbst annimmt, am leichtesten von der Erde magnetisirt. Und da bey uns die Neigung der Nadel so sehr beträchtlich ist, so ist auch die vertikale Lage einer eisern Stange zur Magnetisirung derselben von der Erde sehr bequem. Wird also eine eiserne Stange eine Zeitlang vertikal gegen die Erde gehalten, so wird sie merklich unten nördlich, oben aber südlich magnetisirt. Kehrt man sie um, und hält sie wieder vertikal; so verwechseln sich ihre Pole. In sehr südlichen Gegenden aber hat man gefunden, daß das

untere

untere Ende einer solchen Stange einen Südpol, das obere aber einen Nordpol erhalte.

Man sieht hieraus augenscheinlich, daß unsere Erdkugel wirklich ein schwacher Magnet sey, und daß diese merkwürdige magnetische Eigenschaft der Erde als die wahre Ursache von der Richtung und der Neigung der Magnetnadeln angesehen werden müsse. — Allein dabey bleibt uns doch noch die Frage zu beantworten übrig, was dann dieß sey, was in dem künstlichen Magnete, wie im Erdmagnete bey den magnetischen Erscheinungen vorgehe, und wie diese hieraus erklärt werden? Die auffallenden Erscheinungen des Magnetismus und die allgemeine Neigung der Naturkündiger alle vorkommenden Naturerscheinungen zu erklären haben manche Theorie zur Beantwortung dieser Frage erschaffen; man muß aber von mehrern derselben gerade zu gestehen, daß sie physikalische Romane sind. Alle bisher bekannten Theorien hier anzuführen, würde zu weitläuftig seyn, und der Absicht meines Lehrbuches widersprechen, besonders da ich sie schon in meinem theoretischen physikalischen Werkchen (Epitome institutionum Physices &c.) etwas mehr aus einander gesetzt und die Quellen angezeigt, woraus man weitschichtigere Uebersicht über alle diese Theorien schöpfen kann. — Unter allen Theorien scheint doch jene der neuern Naturforscher als des Herrn Prof. Hube u. a. m. der Erklärung magnetischer Phoenomenen am besten Genüge zu leisten, welche so wie Symer ꝛc.

Ueber die Ursache magnetischer Erscheinungen.

für

für die Elektricität (§. 206.), auch für den Magnet zwo verschiedene Materien zum Grund legt, die sich beyde im Stahle und Eisen vereinigt befinden, sich aber durch gewisse Mittel von einander trennen lassen, nach welcher Trennung sie alsdann sogleich anfangen sich gegenseitig einander anzuziehen oder ihres gleichen abzustossen, und, da jede besonders verdichtet verschiedene Stellen annimmt, die zween Pole des magnetisirten Eisens ausmachen, von denen alle magnetischen Phoenomenen abhängen, und eben so wie die elektrischen Erscheinungen mittelst der Vertheilung (§. 199.) erkläret werden.

* Von dem thierischen Magnetismus in den Vorlesungen.

Ende des zweyten Theils.

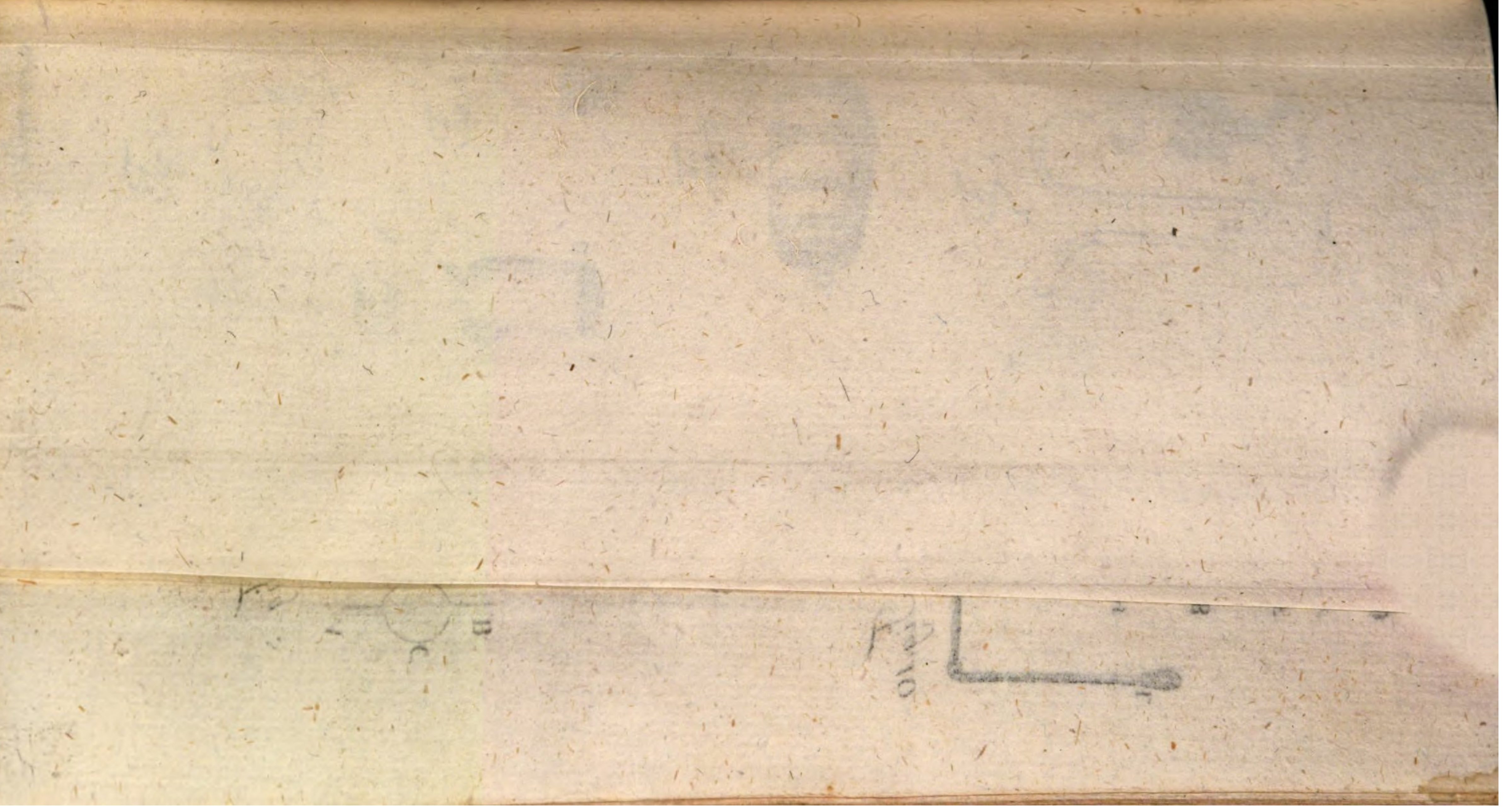


Fig. 2

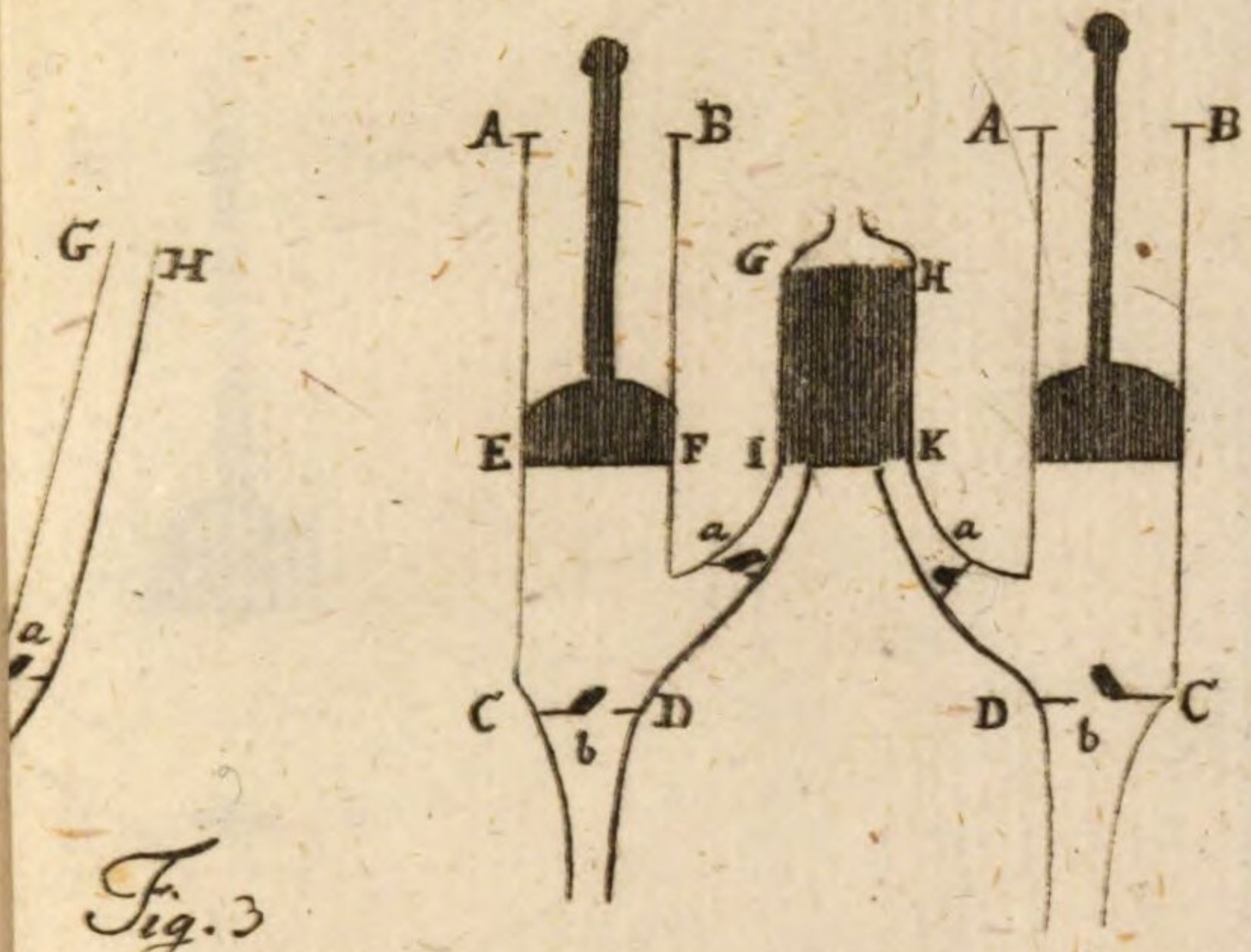


Fig. 3

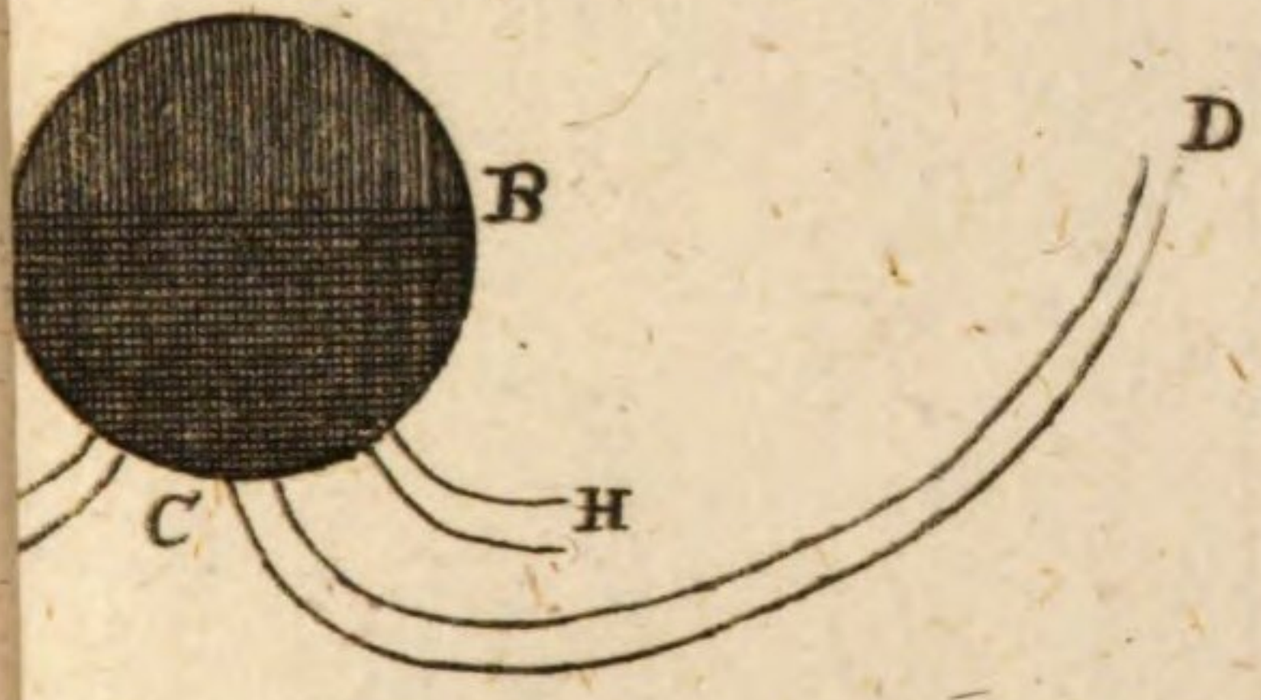
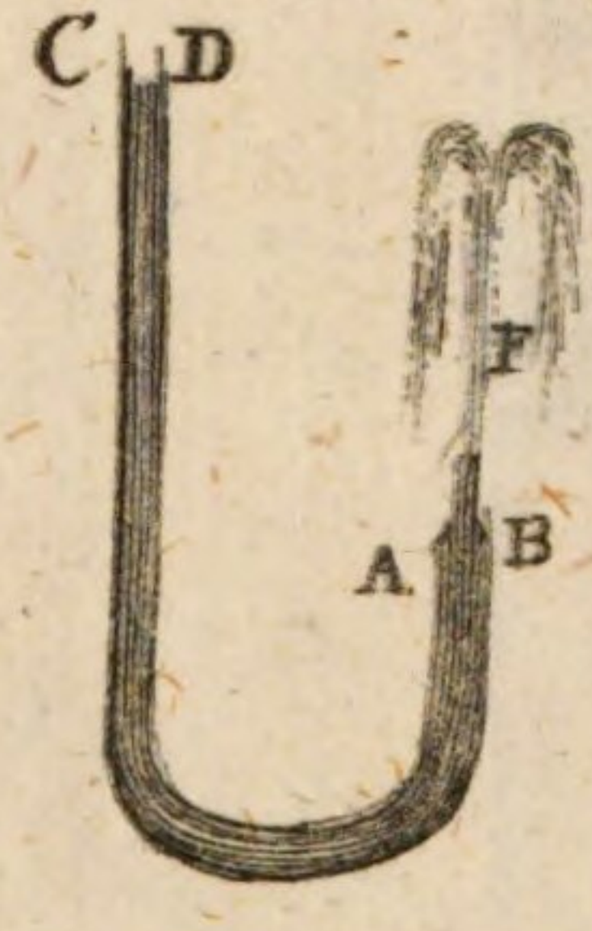


Fig. 4



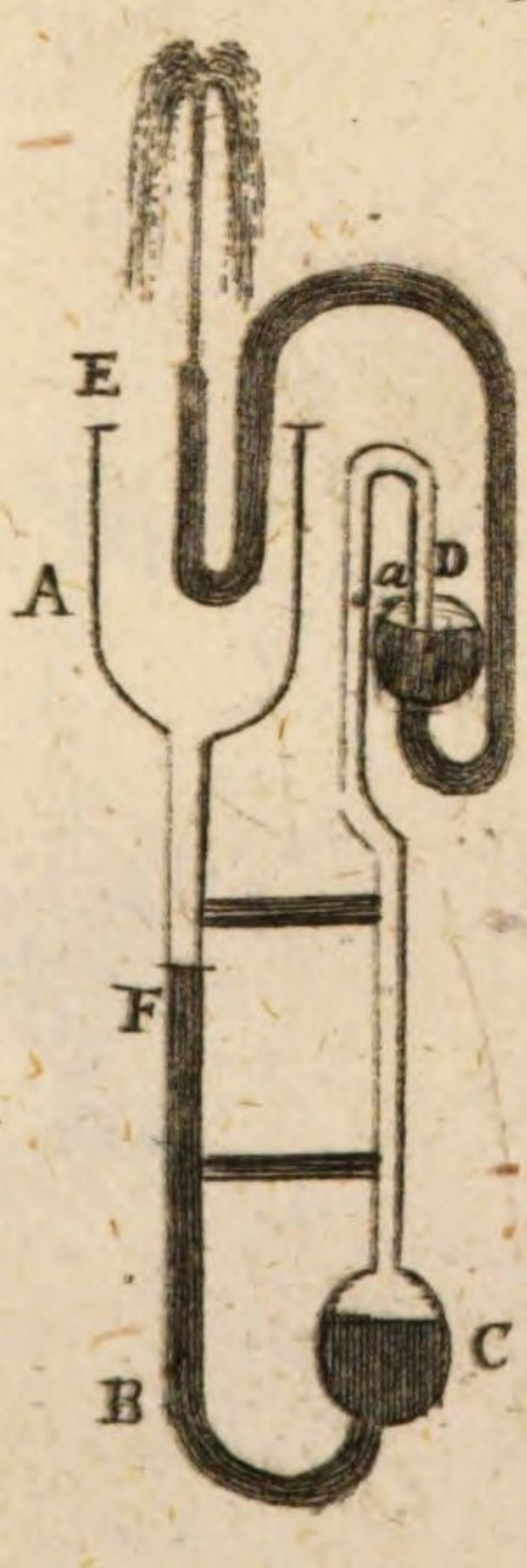


Fig. 6

Fig. 2

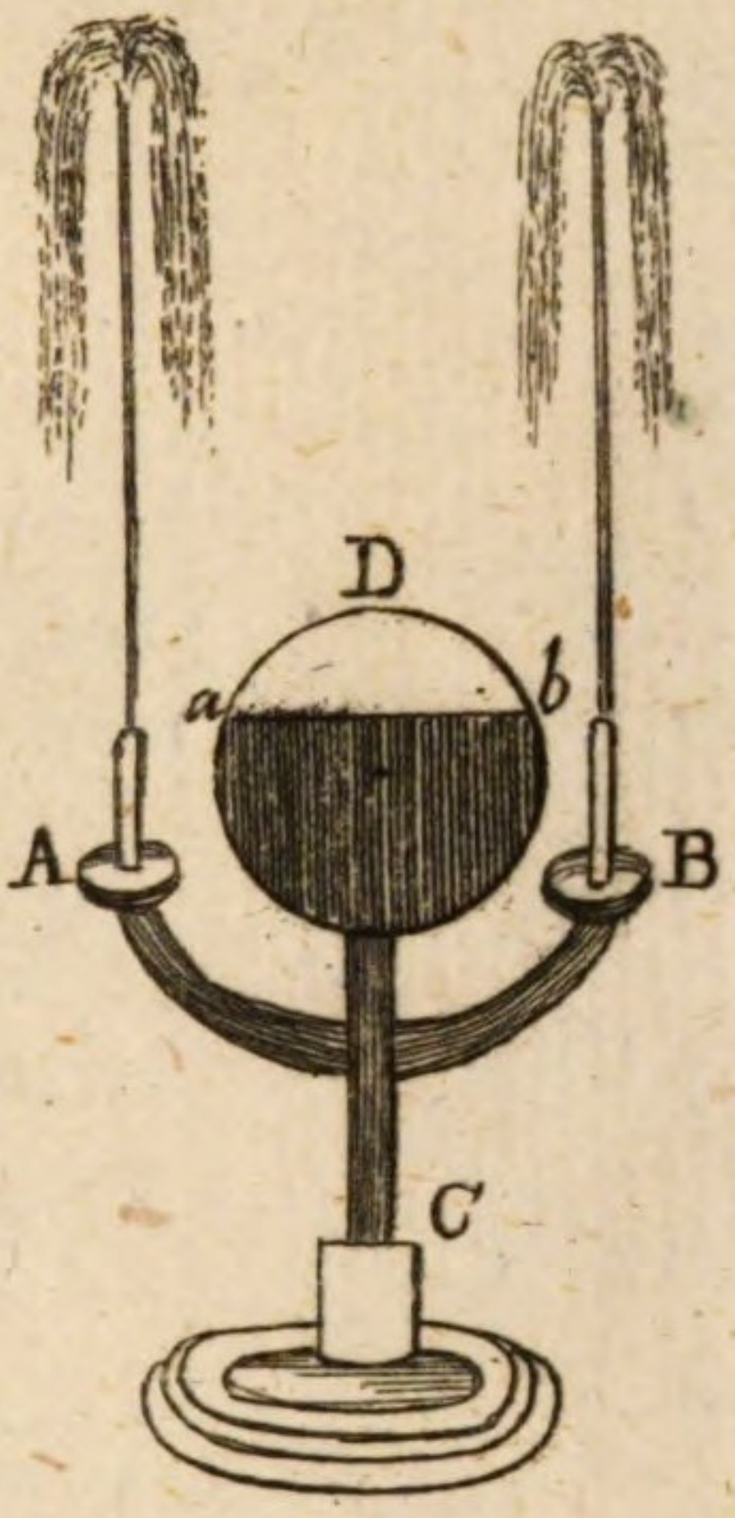


Fig. 6

Fig. 3

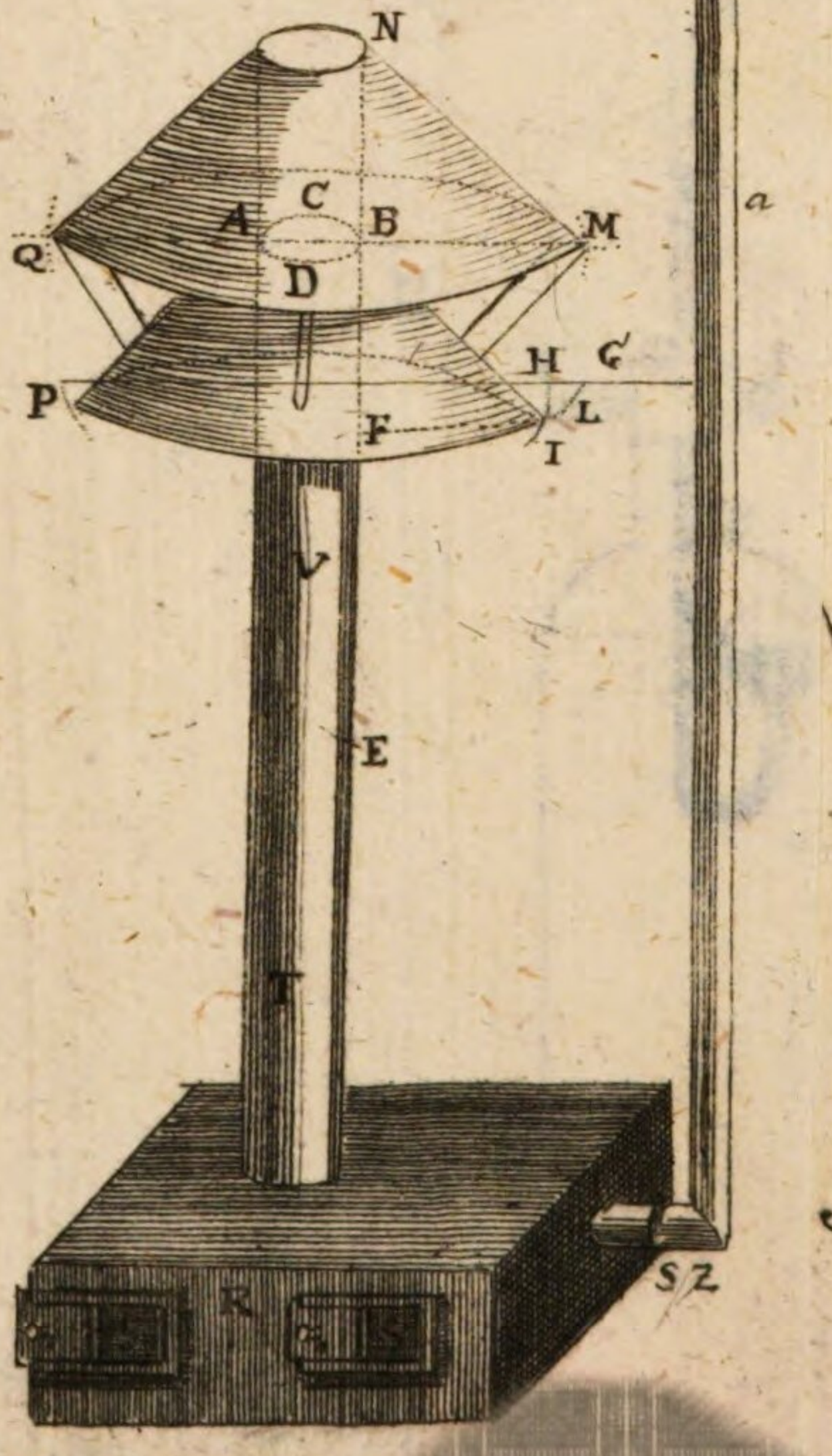
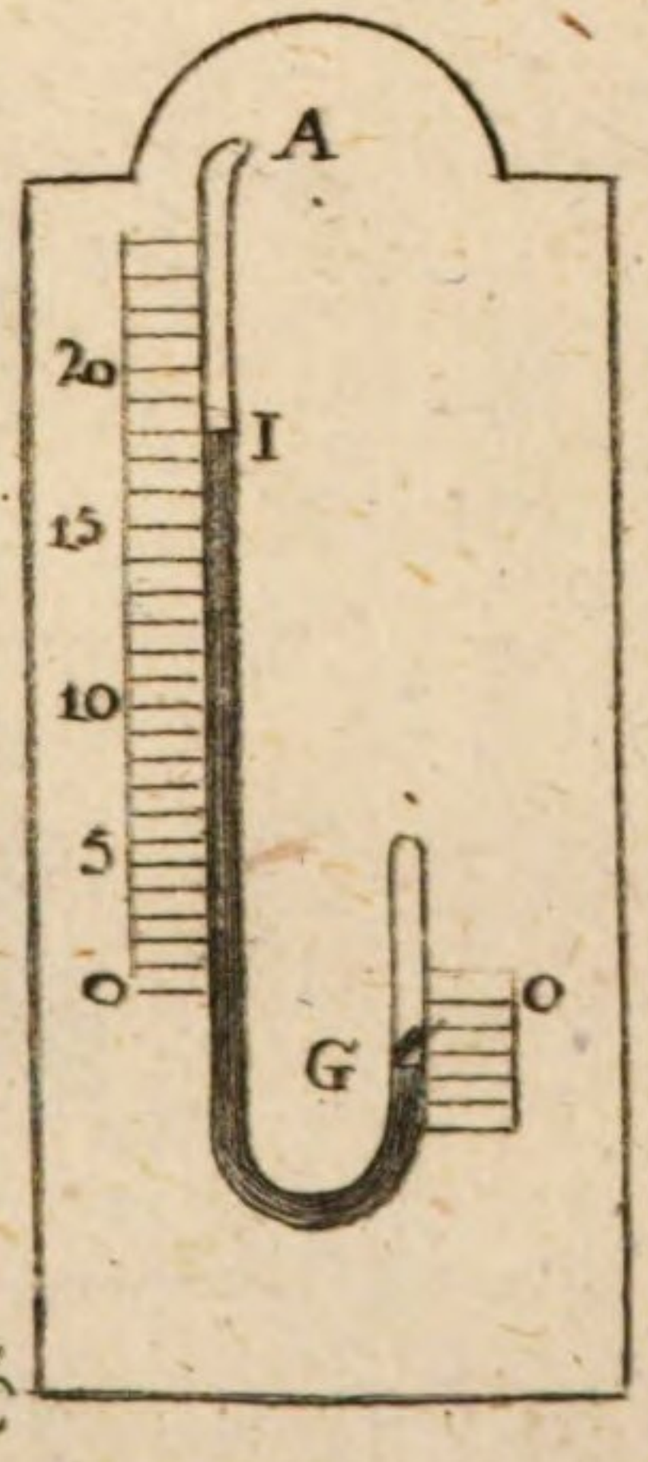


Fig. 7



g. 5

A

D

Fig. 2

Fig. 3

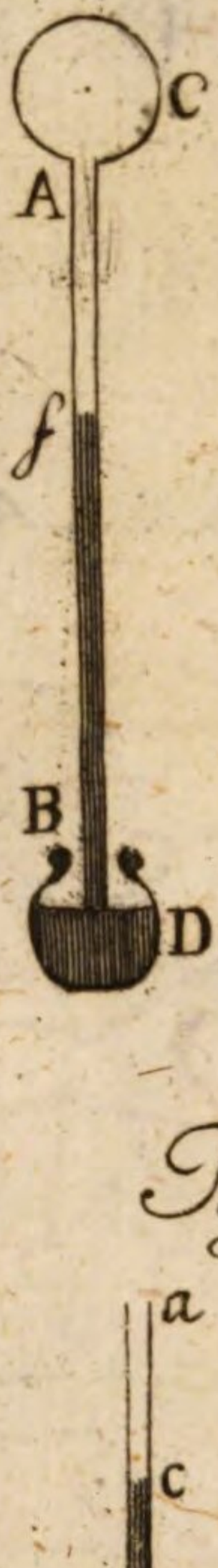


Fig. 4

Fig. 5

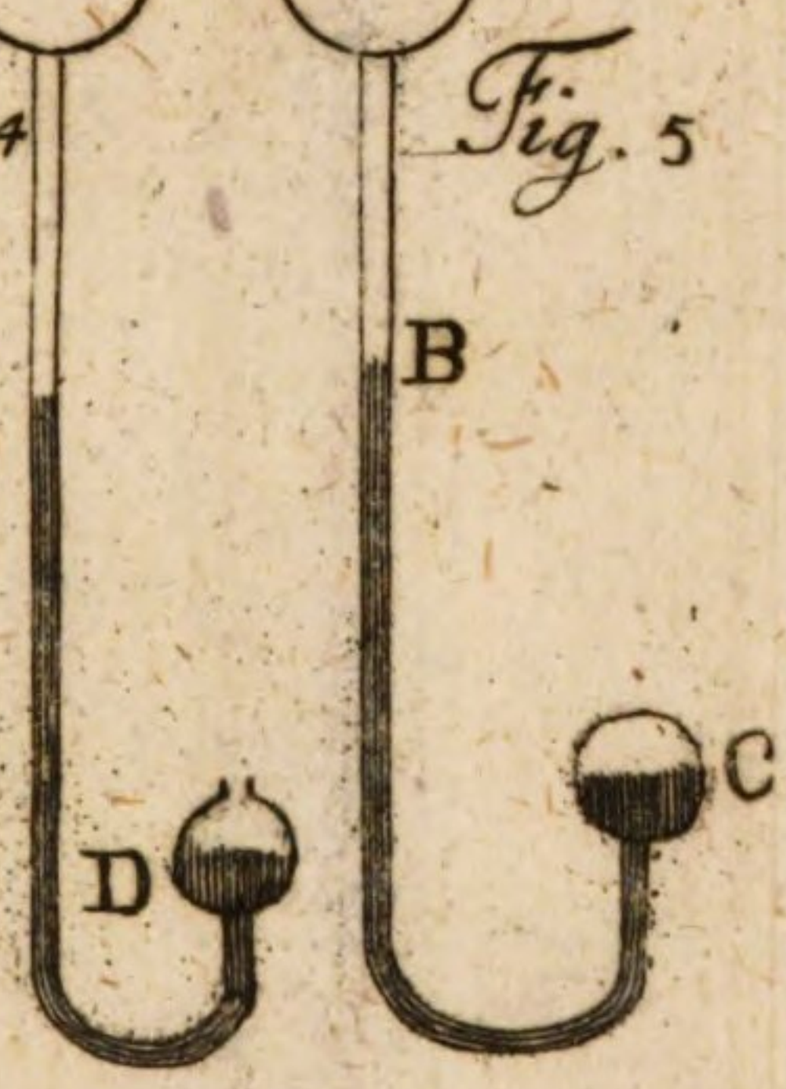


Fig. 6

Fig. 7

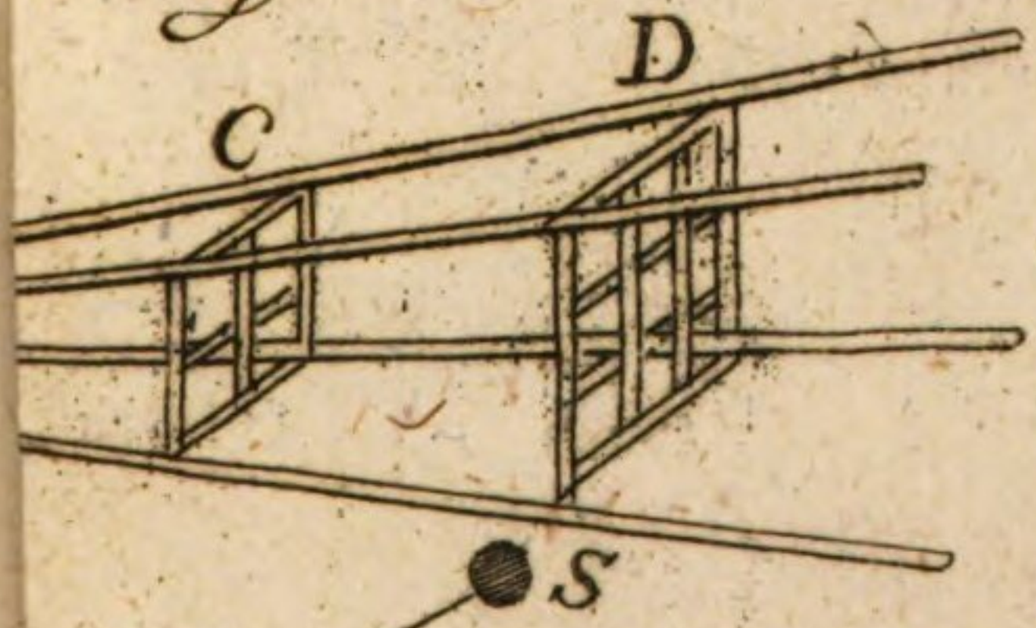
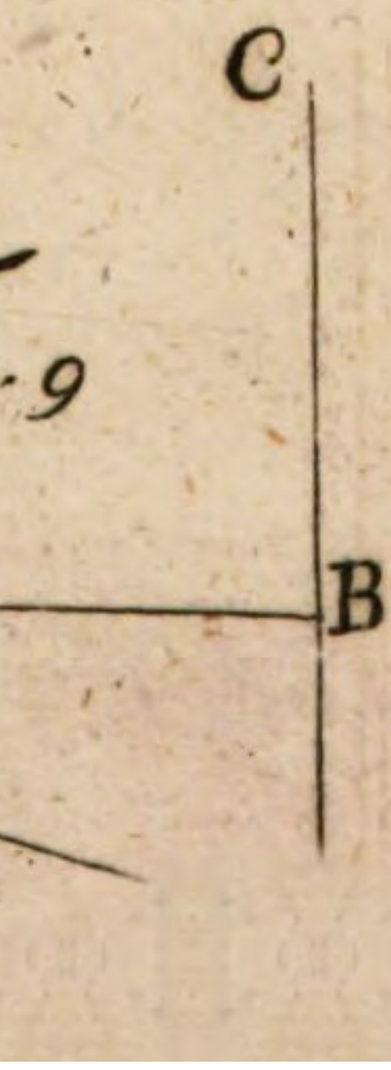


Fig. 9



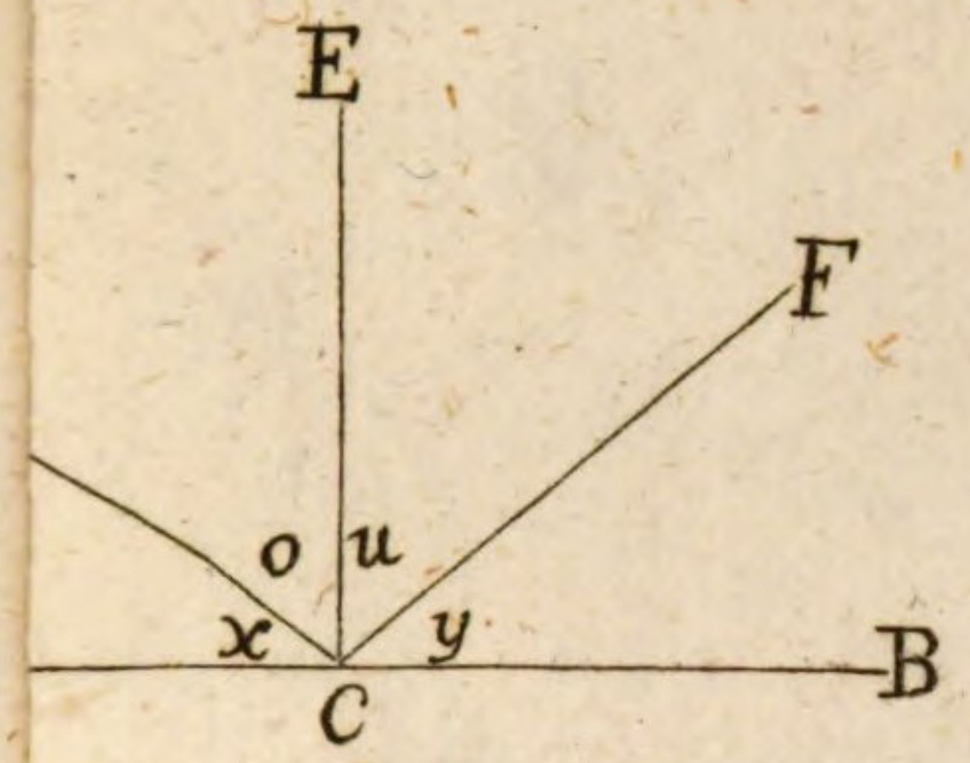
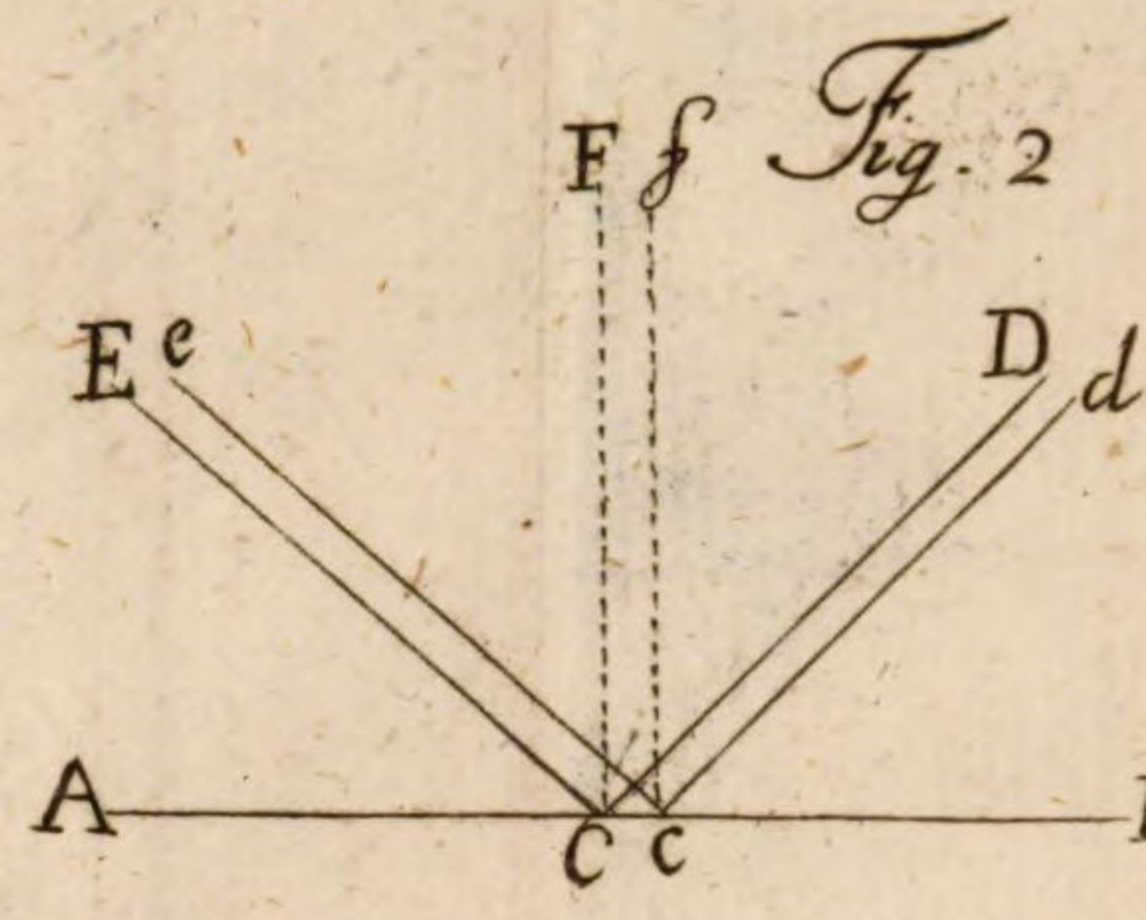


Fig. 2



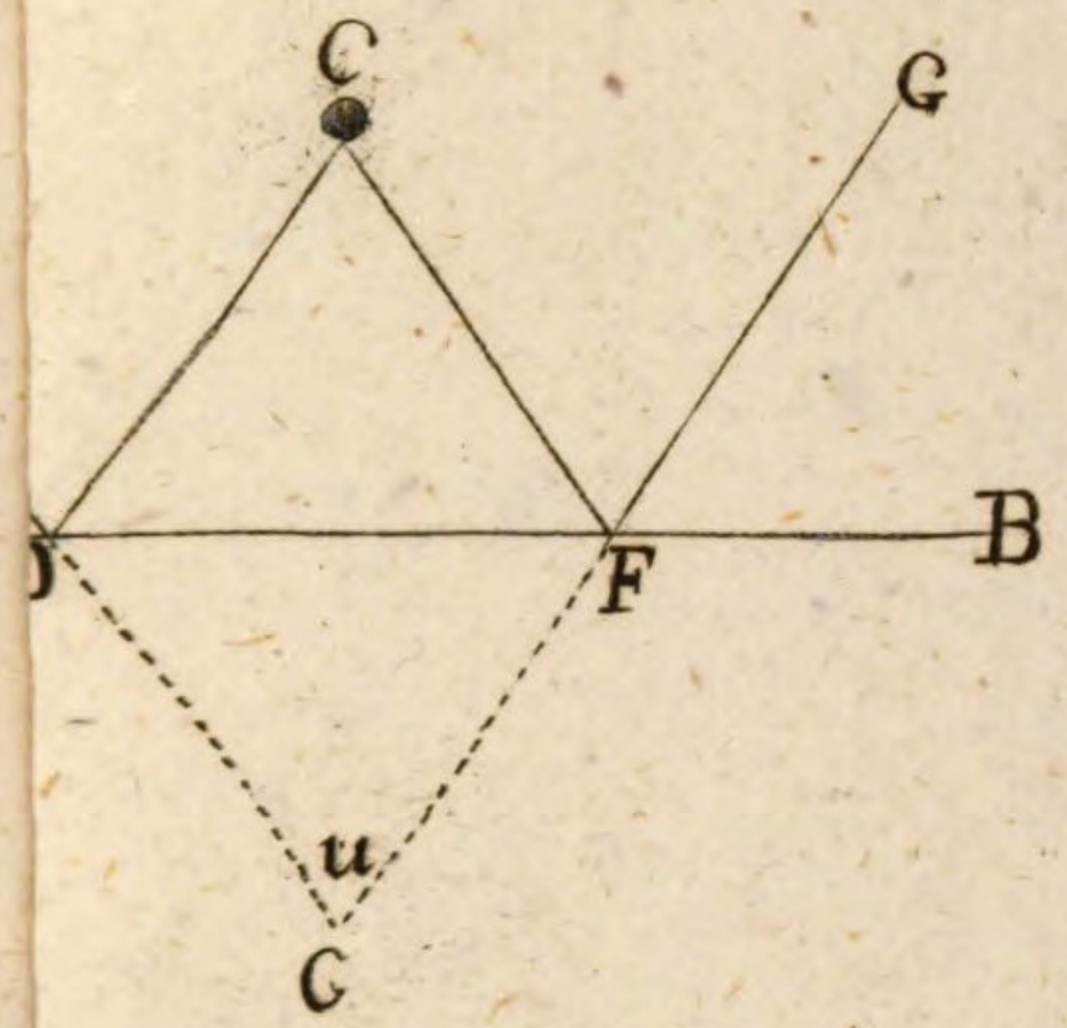
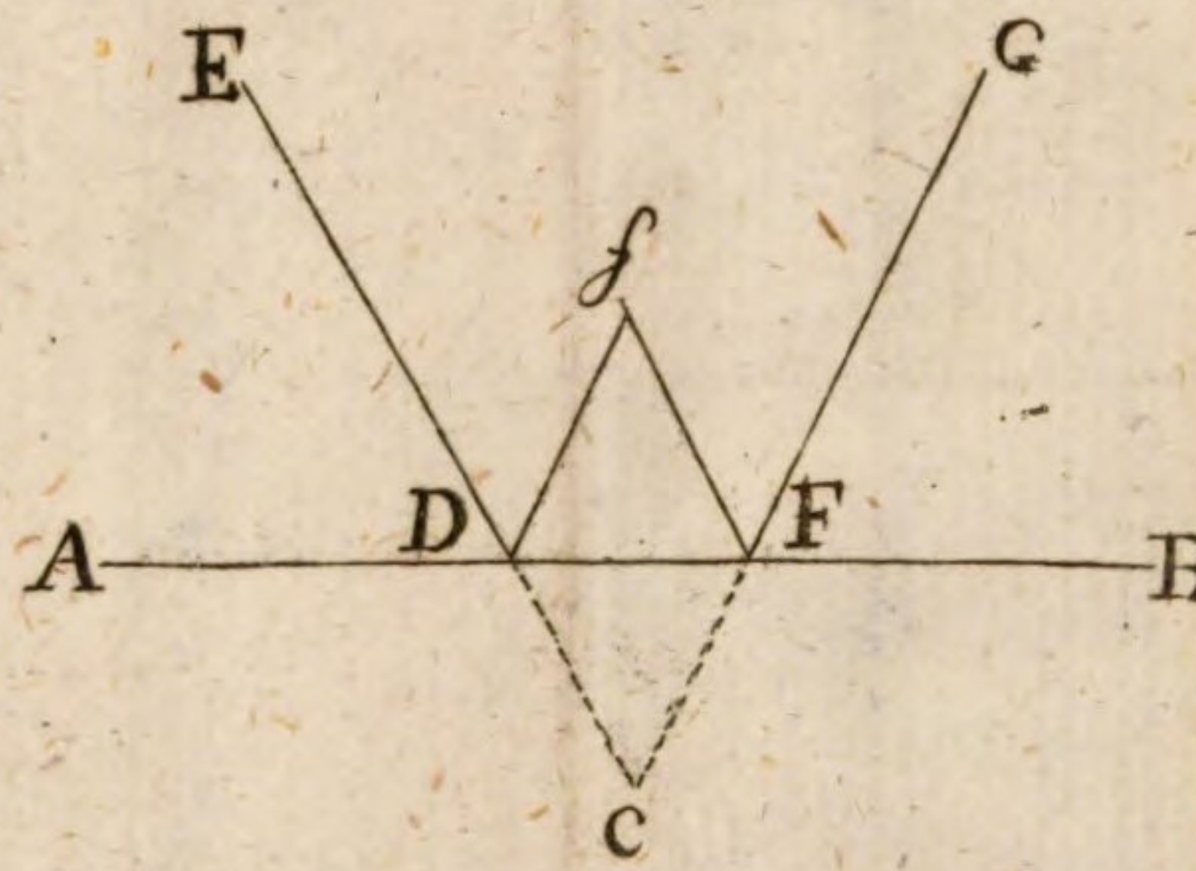
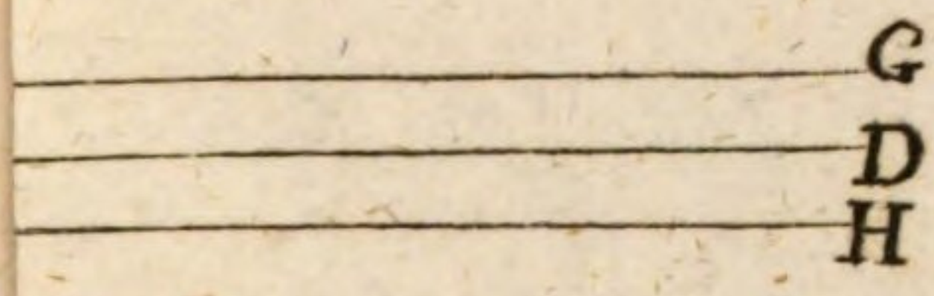


Fig. 4





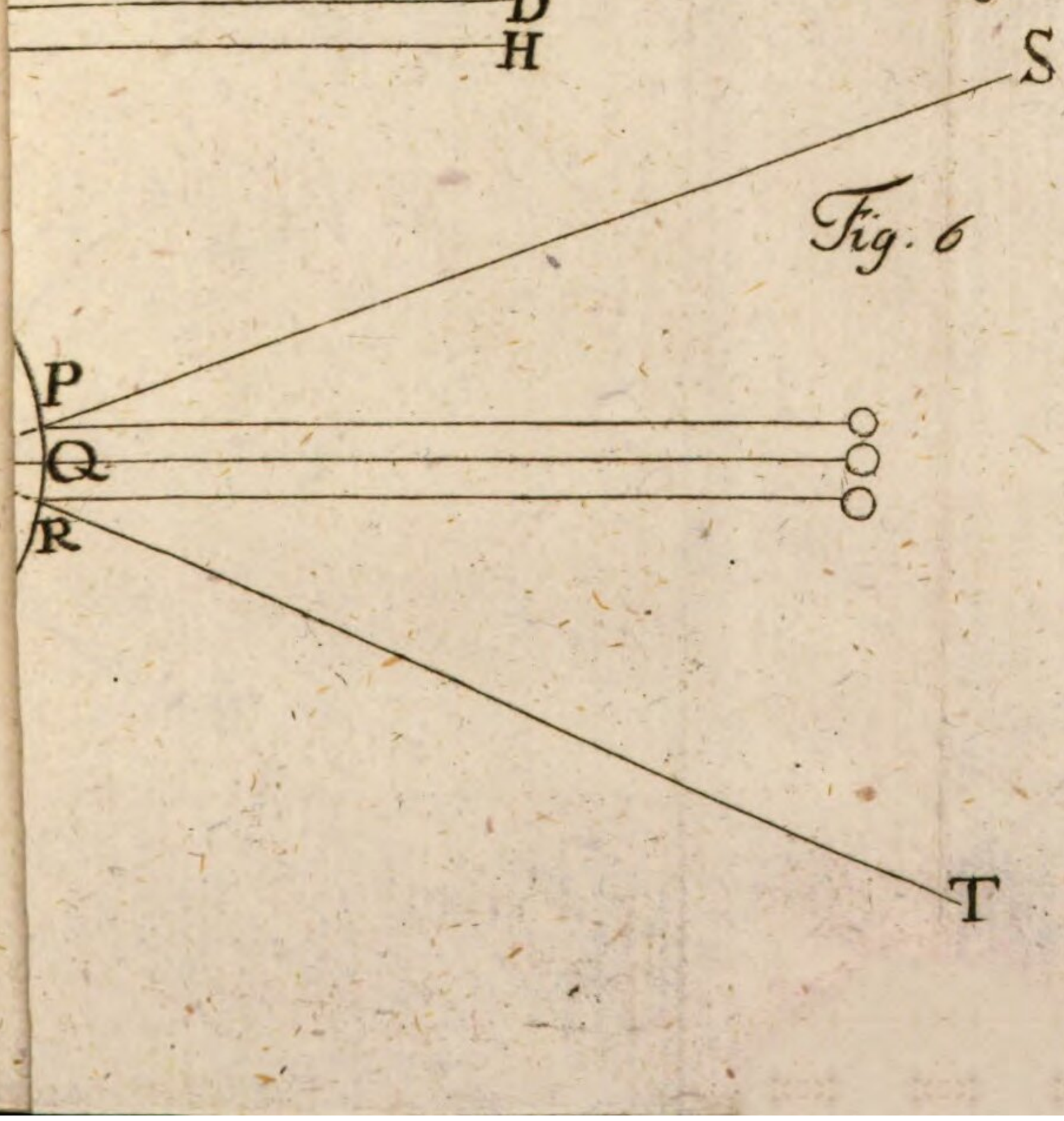


Fig. 6

C

g

h

Fig. 2

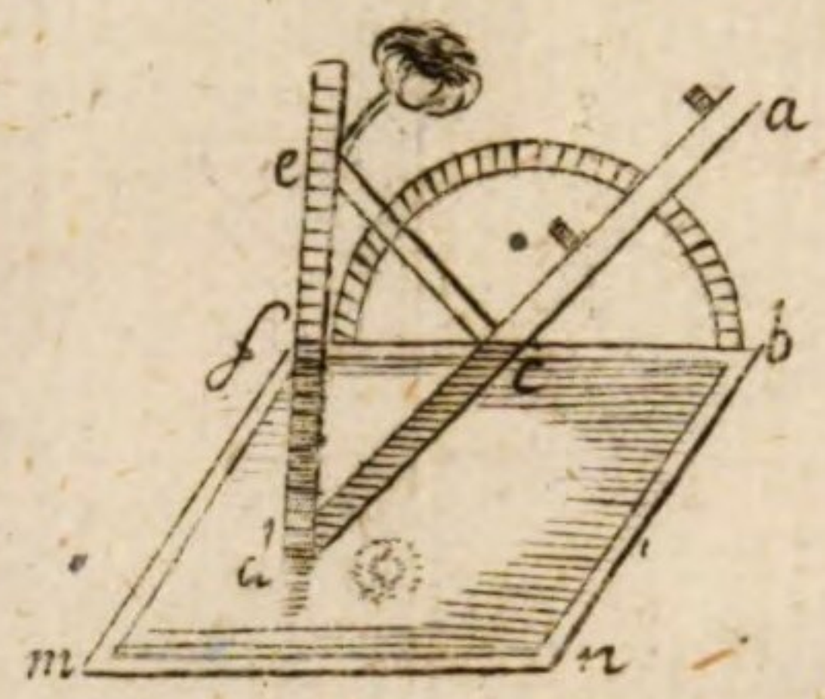


Fig. 3

Fig. 5

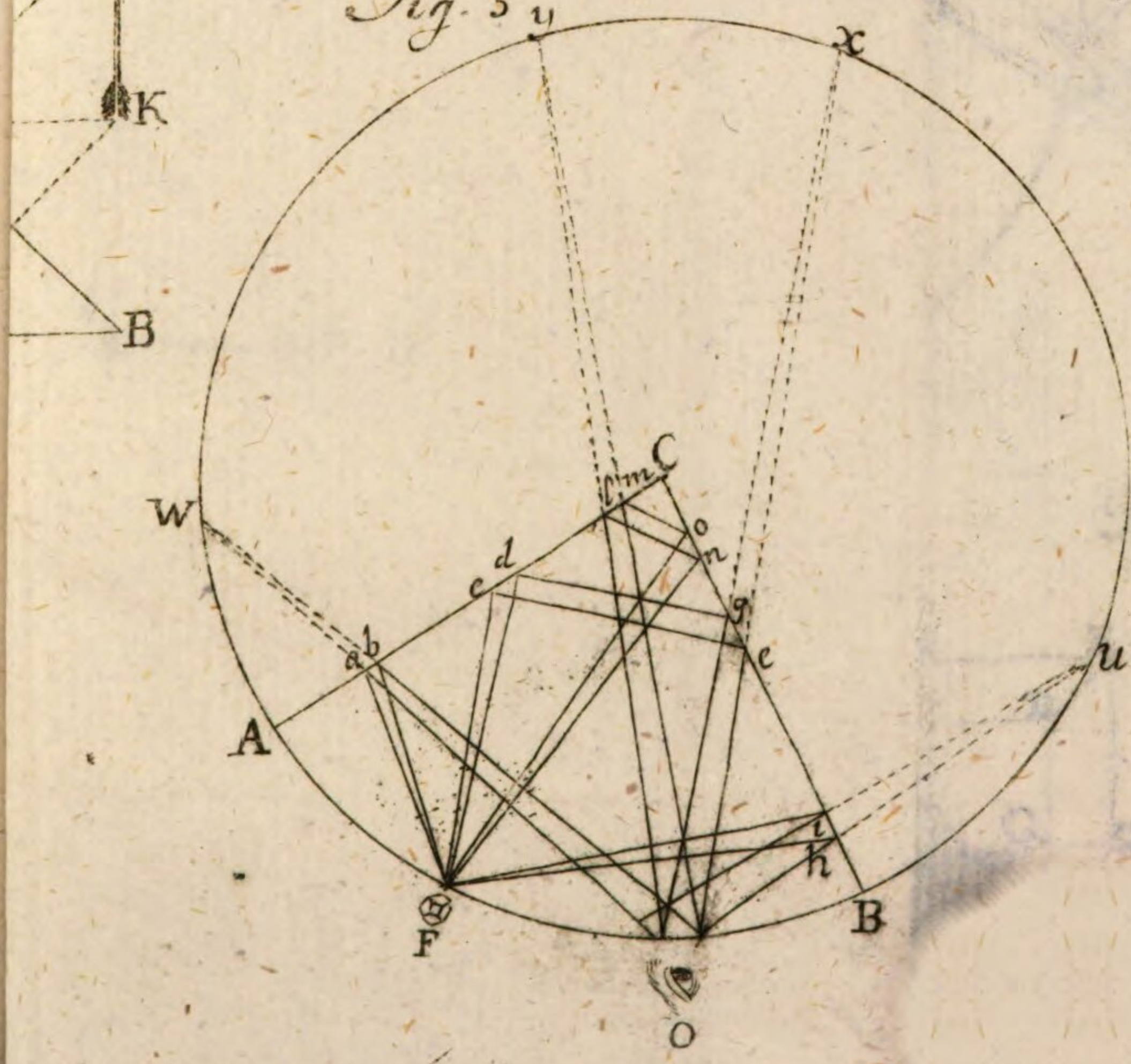


Fig. 2

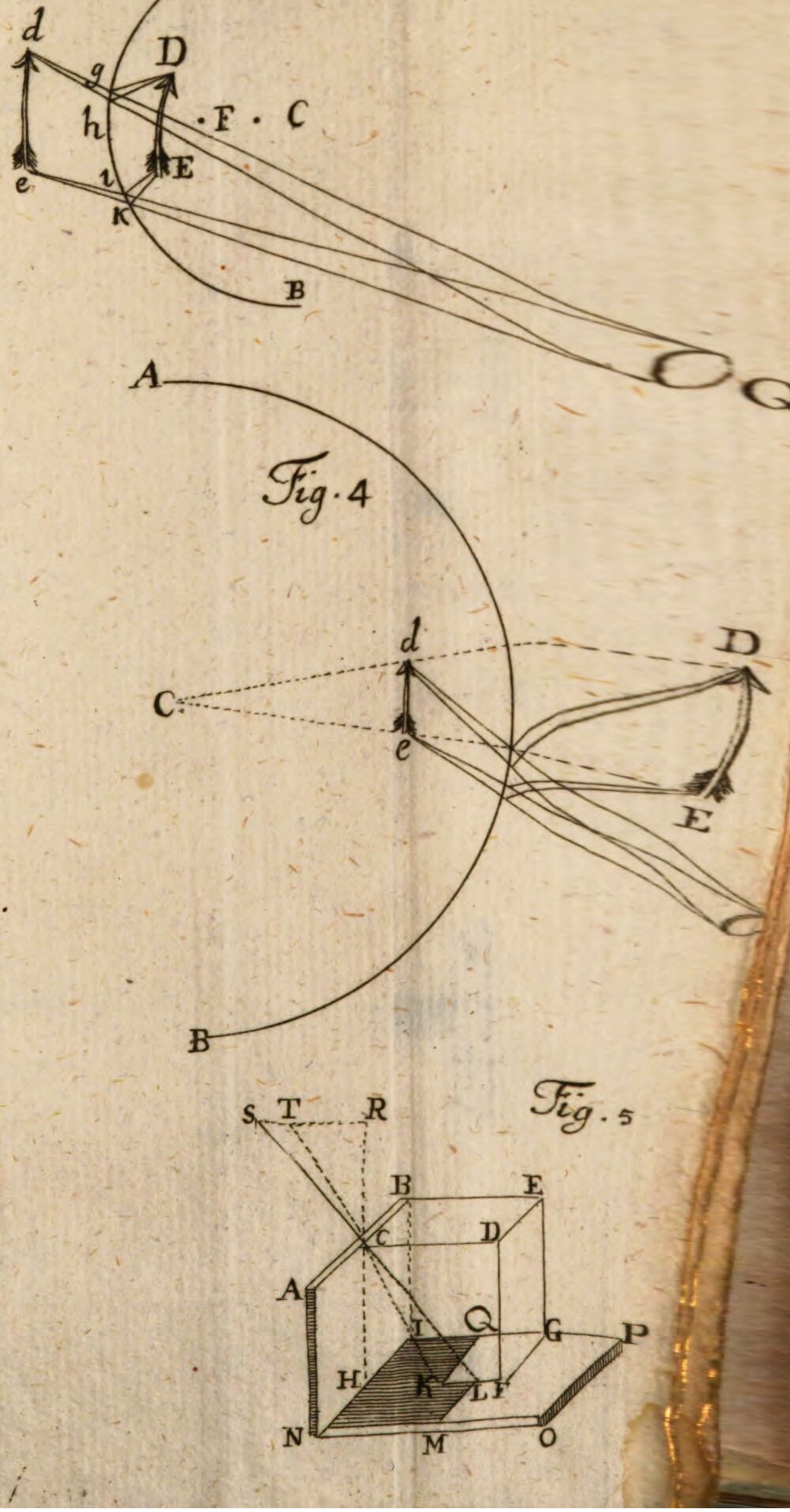


Fig. 4

Fig. 5

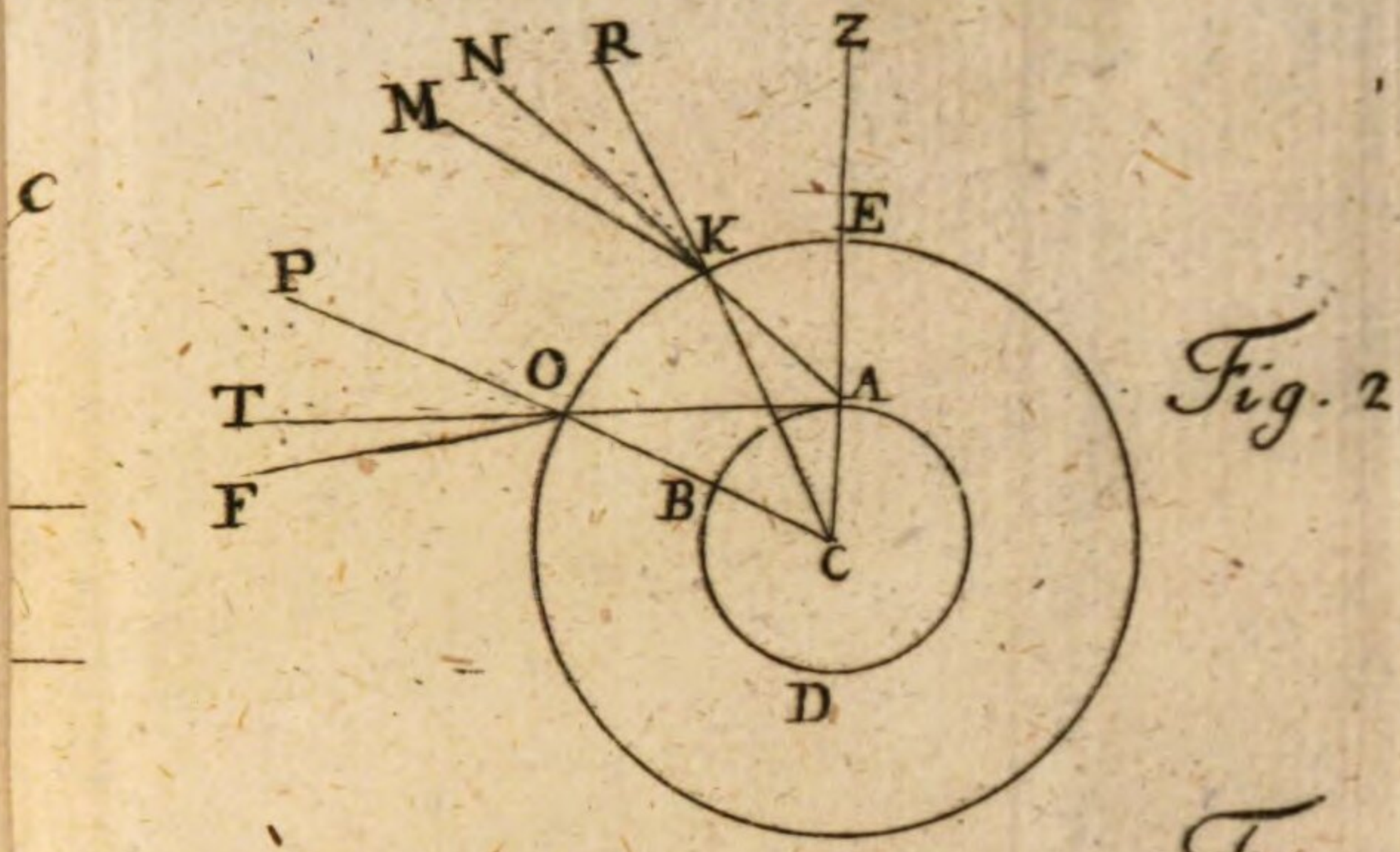


Fig. 2

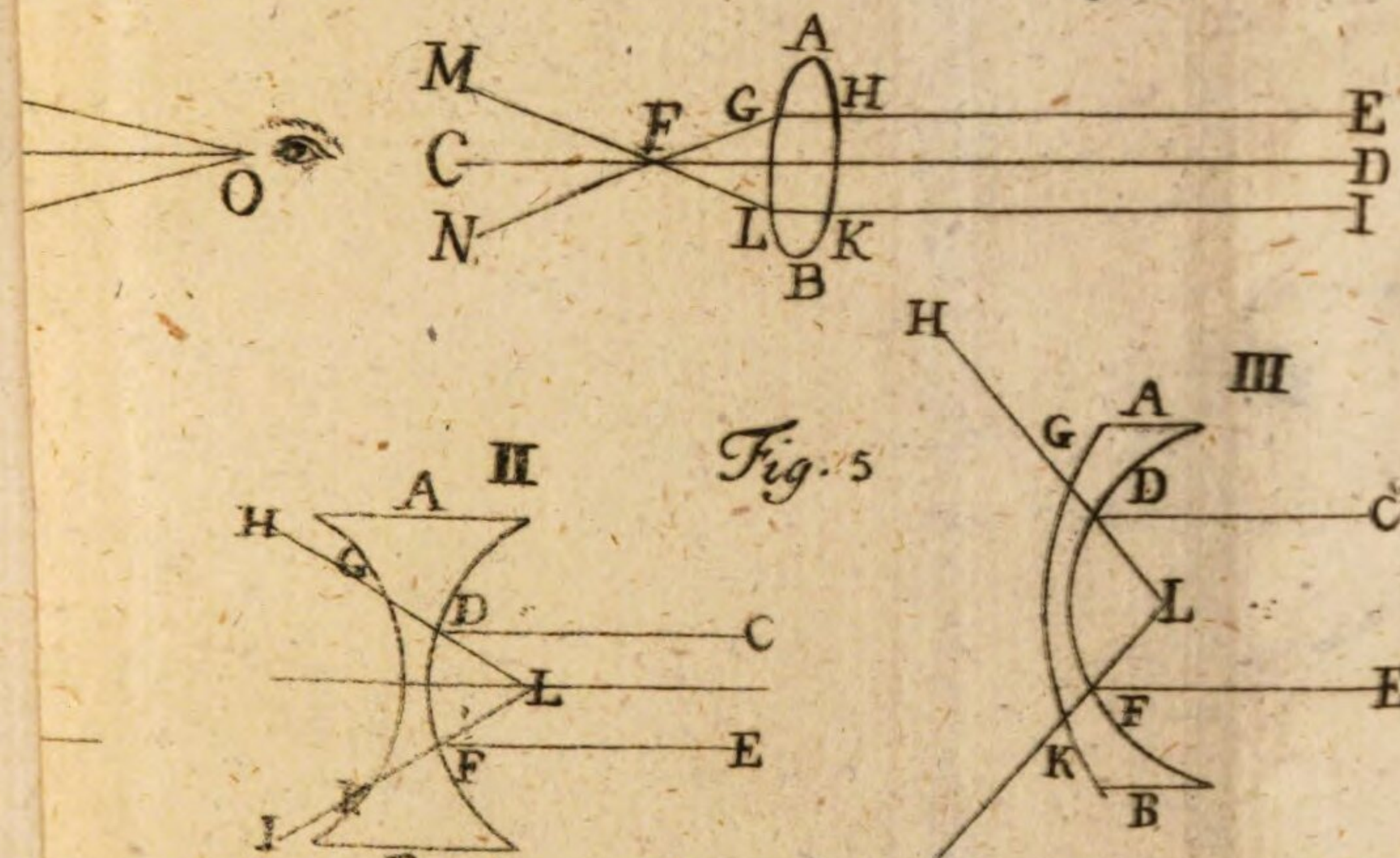


Fig. 4

Fig. 5

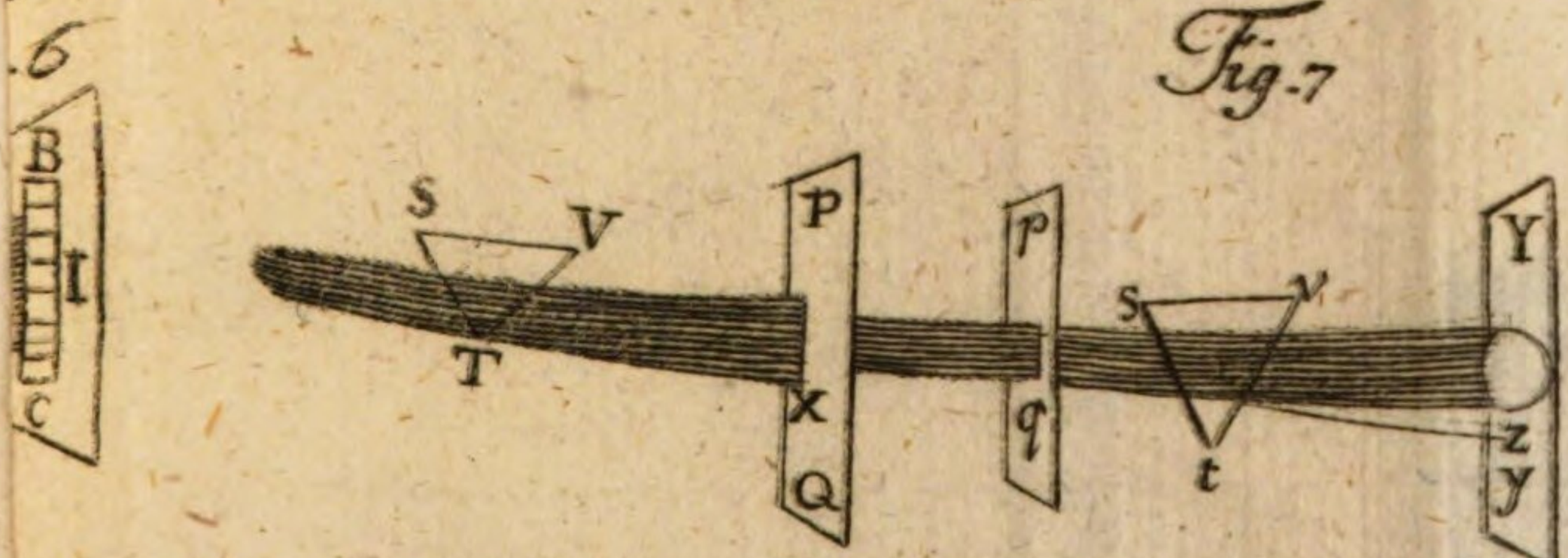


Fig. 7

Fig. 9

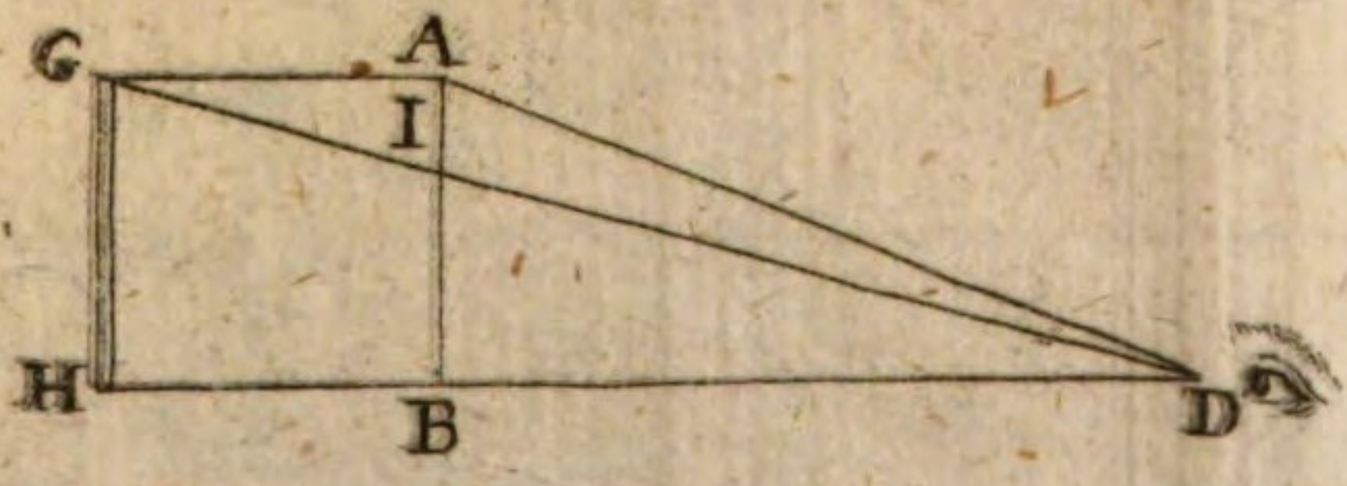


Fig. 1

Fig. 3

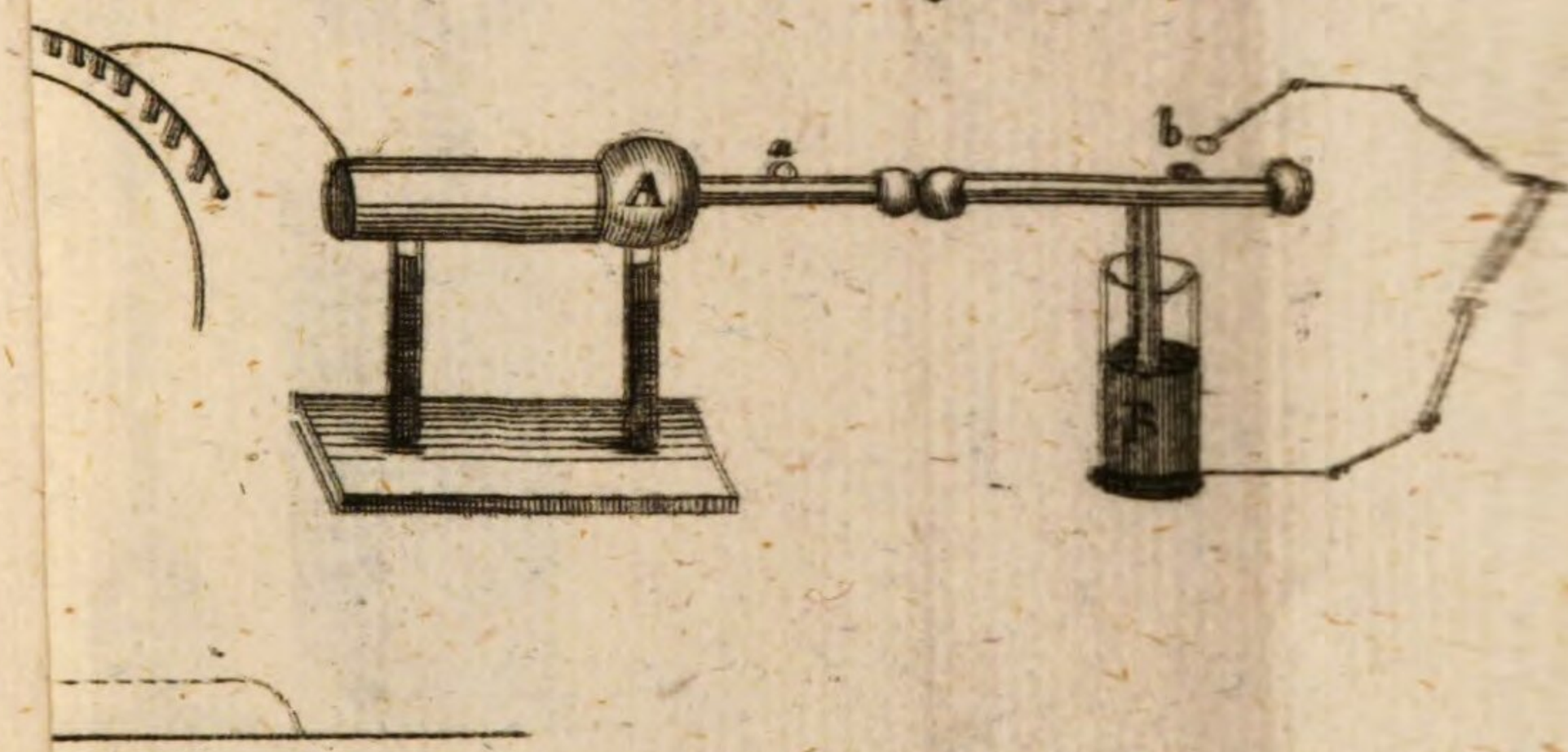
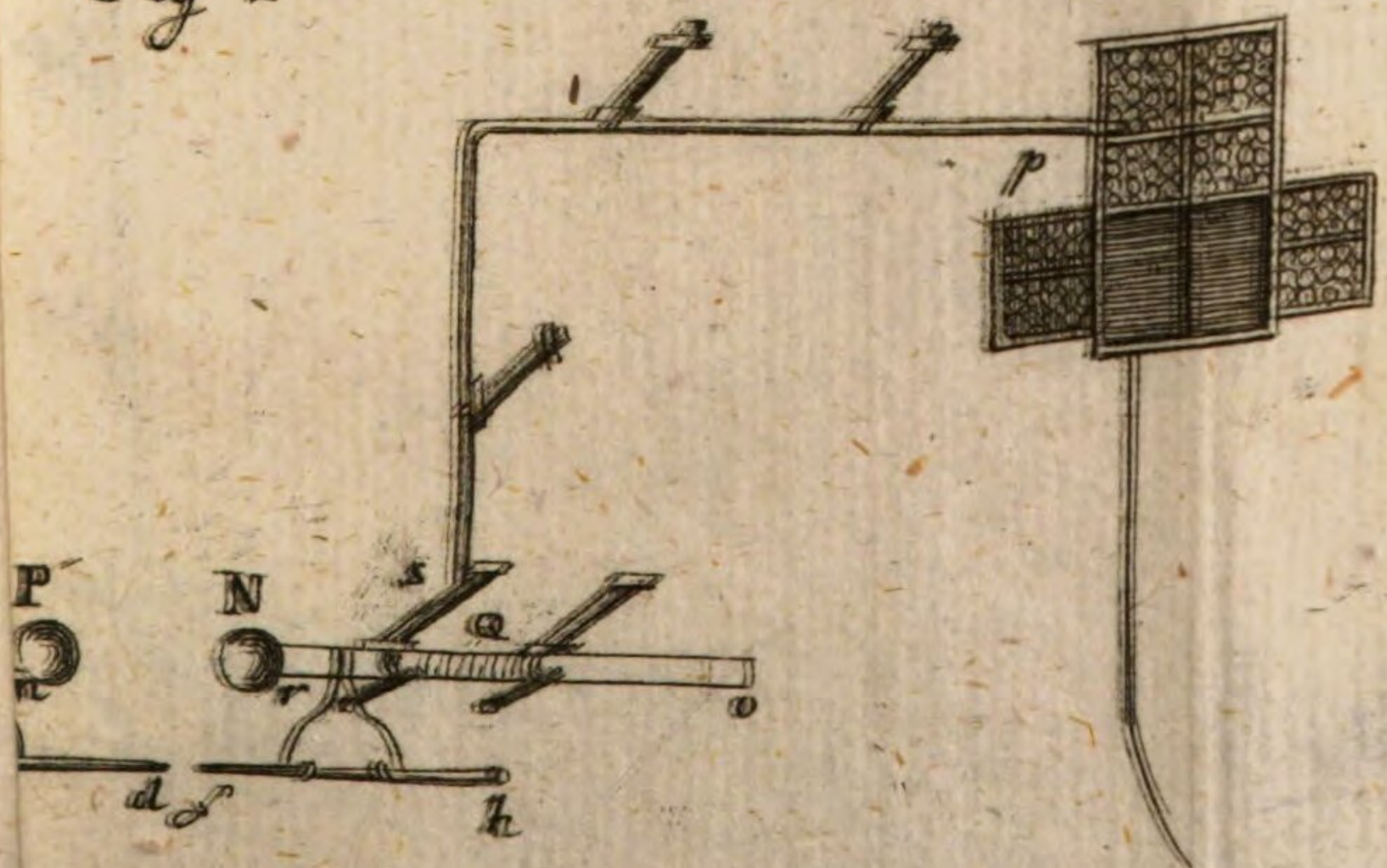


Fig. 2



Diese zween Bände sind mir ihre klassische,
und gnädigst chf. Hauptstadt am 20ten
Brachmonats 1794. zugesandt.

J. C. Fronlizzent.

9 Rupf. Tafeln

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Imhof, Maximus <<von>>,

Grundriß der öffentlichen Vorlesungen über die Experimental-Naturlehre

Bd.: 2 : mit neun Kupfertafeln

München 1795

Phys.g. 192-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131273-7
VD18 80259243